



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM SISTEMA AMBIENTAIS
SUSTENTÁVEIS- PPGSAS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E
ECONÔMICOS EM USINAS SUCROENERGÉTICOS DE MINAS
GERAIS**

William Correa

Lajeado, julho de 2019

William Correa

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E
ECONÔMICOS EM USINAS SUCROENERGÉTICOS DE MINAS
GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Sistemas Ambientais Sustentáveis.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre André Feil

Lajeado, julho de 2019

William Correa

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E
ECONÔMICOS EM USINAS SUCROENERGÉTICOS DE MINAS
GERAIS**

A Banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis, Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Sistemas Ambientais Sustentáveis, na área de concentração Sustentabilidade da Cadeia Produtiva.

Prof. Dr. Alexandre Feil - Orientador
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Marlon Dalmoro
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Profa. Dra. Fernanda Cristina Wiebusch Sindelar
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Enoque Perreira da Silva
Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM

Lajeado, julho de 2019

AGRADECIMENTOS

Primordialmente, agradeço a Deus, fonte inesgotável de força, superação e fé.

Ao professor e orientador Dr. Alexandre Feil, pela paciência, compreensão, suporte e partilha de conhecimentos tão valiosos para a conclusão deste trabalho.

Merecidos agradecimentos à Faculdade FINOM, da qual faço parte, com orgulho, pelo incentivo e colaboração durante essa jornada.

Ao corpo docente do PPGSAS Univates, que com tanto primor ministraram as aulas, tornando nossos encontros uma experiência ímpar.

Agradeço à minha esposa, pelo companheirismo e apoio incondicional.

RESUMO

A produção sucroenergética na Região Noroeste de Minas gerais, vem se intensificando a partir da década de 1990, principalmente depois que a agricultura de precisão possibilitou ao solo de cerrado uma produção agrícola capaz de atender às demandas do agronegócio. Contudo este desenvolvimento não está livre de danos ambientais. Neste sentido, este estudo objetivou mensurar e avaliar os impactos ambientais causados pelas usinas sucroenergéticas da região, procurando identificar os pontos positivos e negativos, assim como as possíveis medidas mitigadoras que podem ser implantadas para amenizar estes impactos. A metodologia empregou os estudos de casos múltiplos, visitas a campo, questionário e entrevistas. Os estudos foram realizados nas cinco usinas localizadas entre os municípios de João Pinheiro e Paracatu, através de visitas para conhecimento de todo o processo produtivo, desde o plantio até à comercialização. Os principais resultados apresentados foram mensurados através das matrizes de interação, sendo ponderados nos estudos de caso. Numa análise conjunta, observou-se que a atividade mais impactante está relacionada ao uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos. A geração de resíduos, ficou amenizada pela transformação em nutrientes para o solo e energia. Todavia a geração de emprego e renda foi um fator importante para desenvolvimento da região. Nesses parâmetros, conclui-se que houve impactos positivos nos meios social e econômico, o que não exclui a dimensão dos impactos negativos causados ao meio ambiente.

Palavras-chave: Cana de açúcar. Impactos sociais, Impactos econômicos, Usinas sucroenergéticas. Impactos ambientais.

ABSTRACT

The sugar-energy production in the North West region at Minas Gerais has been intensifying since the 1990s, after the the precision agriculture allowed to the soil of cerrado na agricultural production capable of attending to the demands of agrobusiness. In this sense, this study aimed to measure and evaluate the impacts caused by sugar-energy mills of the region, seeking to identify the positive and negative points, as well as the possible mitigating measures that can be implemented to soften these impacts. The methodology employed multiple case studies, field visits, questionnaires and interviews. The studies were carried out in the five plants located between the municipalities of João Pinheiro and Paracatu, through visits for the knowledge of the entire production process, from planting to commercialization. The main results were presented through interaction matrices, being weighted in the case studies. In a joining analysis, it was observed that the most impacting activity is related to the use of pesticides and chemical fertilizers. The generation of residues was soften by the transformation into nutrientes for the soil and energy. However the generation of employment and income was an important factor for the development of of the region. In there parameters, it is concluded that besides the negative impacts caused to the environment, one must evaluate the positive impacts demonstrated in the social and economic environments.

Key words: Sugarcane. Social impacts. Economic impacts. Sugar-energy plants. Environment impacts

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das características da concentração da produção da cana-de-açúcar no Brasil	19
Figura 2 - Ciclo produtivo da cana-de-açúcar, etanol e energia.....	26
Figura 3 - Distribuição das Usinas de Cana de açúcar no estado de Minas Gerais	46
Figura 4 - Território do Noroeste de Minas Gerais	47
Figura 5 - Modelo de Matriz de interação.....	56
Figura 6 – AIA pelo método combinado no meio físico, biótico e antrópico	91
Figura 7 – AIA pelo método combinado das atividades realizadas pelas usinas sucroenergéticas.....	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características do método <i>Ad Hoc</i>	31
Quadro 2 - Características do método <i>checklist</i>	34
Quadro 3 - Características do método Matrizes de Interação	36
Quadro 4 - Características do método redes de Interação	37
Quadro 5 - Características do método de cartas	38
Quadro 6 - Características do método de simulação	40
Quadro 7 - Características do método quantitativo	41
Quadro 8 - Estudos precedentes sobre a mensuração de AIA.....	42
Quadro 9 - Características das usinas sucroenergéticas da unidade de análise	48
Quadro 10 - Geração de resíduos no processo industrial	49
Quadro 11 - Fatores Ambientais para elaboração de diagnóstico ambiental em EIA/RIMA ..	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características produtivas da cana-de-açúcar	18
Tabela 2 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina I, sob o aspecto meio físico	60
Tabela 3 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina I, sob o aspecto meio biótico	62
Tabela 4 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina I, sob o aspecto meio antrópico	63
Tabela 5 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina II, sob o aspecto meio físico	66
Tabela 6 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina II, sob o aspecto meio biótico	69
Tabela 7 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina II, sob o aspecto meio antrópico	70
Tabela 8 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina III, sob o aspecto meio físico	72
Tabela 9 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina III, sob o aspecto meio Biótico	74
Tabela 10 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina III, sob o aspecto meio Antrópico ..	76
Tabela 11 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina IV, sob o aspecto meio físico	78
Tabela 12 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina IV, sob o aspecto Meio Biótico	80
Tabela 13 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina IV, sob o aspecto Meio Antrópico ..	81
Tabela 14 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina V, sob o aspecto meio físico	83
Tabela 15 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina V, sob o aspecto Meio Biótico	85
Tabela 16 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina V, sob o aspecto Meio Antrópico...	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Tema e delimitação do tema	15
1.2 Problema de pesquisa.....	15
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 Justificativa do estudo.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Breve histórico da cana de açúcar no Brasil	21
2.2 Definição de Impactos Ambientais	23
2.3 Processo produtivo das usinas sucroenergéticas	26
2.3.1 Resíduo gerados no processo produtivo da cadeia de cana de açúcar.....	27
2.4 Métodos de Avaliação de Impactos Ambiental (AIA).....	30
2.4.1 Método <i>Ad Hoc</i>	31
2.4.2 Método <i>Checklists</i>.....	32
2.4.3 Métodos de Matrizes de Interação.....	34
2.4.4 Redes de Interação	36
2.4.5 Superposição de Cartas.....	37
2.4.6 Modelos de Simulação	39
2.4.7 Métodos Quantitativos	40

2.5 Estudos precedentes na mensuração e AIA no ciclo produtivo sucroenergético ..

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	45
3.1 Caracterização da área de estudo	45
3.1.1 Unidades de análise	48
3.2 Classificação da pesquisa	50
3.3 Coleta dos dados.....	51
3.4 Análise dos Resultados	57
 4 RESULTADOS E ANÁLISES.....	 59
4.1 Avaliação dos impactos ambientais	59
4.1.1 Estudo de caso 1	59
4.1.2 Estudo de caso 2	65
4.1.3 Estudo de caso 3	71
4.1.4 Estudo de caso 4	77
4.1.5 Estudo de caso 5	82
4.2 Análise conjunta da Avaliação de impactos ambientais	88
4.3 Discussão dos principais resultados.....	92
 5 CONCLUSÃO	 96
 REFERÊNCIAS	 99

1 INTRODUÇÃO

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) disseminou-se, primeiramente, pela Inglaterra, Alemanha e na maioria dos países Nórdicos, que adaptaram a legislação americana e criaram regulamentações para gerirem o zoneamento e uso do solo, entre outros (GILPIN, 1995). Moreira (1992a) destaca que o caminho da AIA nos países periféricos começou a ser traçado a partir dos agentes internacionais de cooperação econômica que, impulsionados por grupos internacionais de defesa do meio ambiente e pela opinião pública, começaram a cobrar que os projetos por eles financiados levassem em conta as variáveis ambientais.

A AIA não nasceu pronta, mas como uma ideia a ser desenvolvida e evoluiu ao longo do tempo, sendo modificada conforme as lições foram aprendidas na experiência prática. Sendo assim, evoluiu, modificou-se e adaptou-se conforme foi aplicada em outros contextos sociais ou políticos, mas dentro do objetivo primário de prevenir a degradação ambiental e subsidiar a tomada de decisão (SÁNCHEZ, 2013).

A introdução da AIA no contexto legal e normativo no Brasil ocorreu por meio da Resolução Conama no 01/86 (CONAMA, 1986). Porém, o primeiro marco formal remete à Lei de Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal 6.938 de 1981), tendo havido anterioridade de menções em outros dispositivos legais de abrangência restrita e reforçada pela Constituição Federal de 1988.

A busca por objetivos produtivos alinhados às questões ambientais está, no entanto, ligada à necessidade do desenvolvimento de indicadores de desempenho ambiental que não somente apontam os impactos ambientais atuais das operações industriais, mas também indicam a evolução da atuação ambiental da organização a partir de intervenções com vistas à

melhoria deste desempenho (ROHRICH; CUNHA, 2004). Segundo Hardjono e Klein (2004), a partir da década iniciada em 1970 houve uma crescente preocupação com a necessidade de que se estabelecessem limites para o crescimento econômico, considerando as consequências danosas para a humanidade se mudanças drásticas não fossem iniciadas. Apesar desse alerta, foi só a partir dos anos 1980 que a preocupação com o meio ambiente emergiu na indústria, desencadeando discussões sobre o passivo ambiental gerado pelos sistemas de produção vigentes.

A agroindústria sucroenergética, apesar da tradição e importância na economia nacional, tem sido alvo de inquietações e julgamentos críticos relativamente aos impactos ambientais negativos que seus processos industriais produzem no meio ambiente (PIACENTE, 2005; MACHADO; SILVA, 2010). A intensa expansão das lavouras de cana-de-açúcar a partir da década de 1970, tem sido destaque no cenário agrícola brasileiro. Nas últimas décadas, a cultura tem apresentado uma evolução significativa, impulsionada principalmente pela consolidação de um crescente mercado interno de carros com tecnologia *flex* e uma valorização no preço do açúcar no mercado internacional (SOUZA, 2010).

Os métodos utilizados na AIA envolvem, além da inter e multidisciplinaridade exigida das áreas do conhecimento pelo tema, as questões de subjetividade, os parâmetros que permitam quantificação e as informações qualitativas e quantitativas. Desta forma, a magnitude de importância destes parâmetros e a probabilidade dos impactos ocorrem, a fim de se obter dados que aproximem o estudo de conclusão mais realística.

A partir da promulgação do *National Environmental Policy Act* (NEPA), de 1969, institui-se, formalmente, nos Estados Unidos da América (EUA), o processo de AIA (NEPA, 1969). Desde então, ocorreu o início de desenvolvimento de métodos e técnicas, a fim de sistematizar as análises efetivadas, utilizando, algumas vezes, técnicas de outras áreas do conhecimento. Embora a maioria dos trabalhos de AIA tenha sido elaborada no Brasil, o interesse pela temática se expandiu tanto nos países industrializados e em desenvolvimento.

A AIA ocorreu a partir dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). Estes estudos integram um conjunto de atividades técnicas e científicas que incluem o diagnóstico ambiental, a fim de identificar, prevenir, medir e interpretar, quando possível, os impactos ambientais (RIVERA FERNÁNDEZ, 2018). A AIA não é um instrumento de decisão, mas sim, de fornecimento de subsídios para o processo de tomada de decisão. Seu propósito é suprir

informações por meio do exame sistemático das atividades do projeto (PIMENTEL; PIRES, 1992). Isto permite maximizar os benefícios, considerando os fatores saúde, bem-estar humano e meio ambiente, elementos dinâmicos no estudo para avaliação (COSTA; CHAVES; OLIVEIRA, 2005). De acordo com, os métodos da AIA são métodos estruturados para identificar, coletar, organizar e apresentar dados sobre impactos ambientais, de maneira compreensível e objetiva (MORAES; D'ÁQUINO, 2016).

Baasch (1995), em estudo sobre AIA, a concebe como instrumento de política ambiental capaz de tornar viável o desenvolvimento em harmonia com o uso dos recursos naturais e econômicos. Portanto, pode ser vista como ciência e arte, ao refletir as preocupações com aspectos técnicos que fornecem subsídios à tomada de decisão, considerando as vantagens e desvantagens de uma proposta em sua dimensão econômica, social e ecológica.

A AIA possui três tarefas principais normalmente envolvidas na fase de avaliação (SÁNCHEZ, 2014): a) identificar os impactos ambientais diretos, indiretos, cumulativos e outros e assegurar as causas prováveis dos impactos; b) analisar detalhadamente os impactos para determinar sua natureza, magnitude, extensão e efeito; e c) julgar a significância dos impactos (sua importância, necessidade e possibilidade de mitigação).

A mensuração e a AIA gerados pelas usinas sucroenergéticas é escassa em âmbitos de literatura, sendo assim, o estudo de Gallardo e Bond (2010) analisou 32 de EIA de usinas sucroenergéticas de São Paulo com o objetivo de avaliar o âmbito dos cuidados ambientais das usinas em relação a sustentabilidade; Raupp, Selig e Sierra (2015) estudaram os indicadores de desempenho ambiental que teriam aderência às usinas sucroalcooleiras; Dias, Binotto e Silva (2015) identificaram o perfil e das atribuições relacionados aos técnicos e dos profissionais vinculados na elaboração e análise de licenciamentos de impactos ambientais relacionados ao setor sucroenergético; Pugliese, Lourencetti e Ribeiro (2017) compilaram os principais impactos ambientais relacionados à produção agrícola e industrial em usinas de produção de etanol; Schmidt Filho et al. (2016) avaliaram os atributos relacionados ao solo e a umidade na aplicação do resíduo de torta de filtro gerado por usina sucroenergética; e entre outros.

Os estudos recentes sobre a avaliação de impactos no âmbito das usinas sucroenergéticas estão centrados na avaliação e descrição dos impactos ambientais, neste sentido, raramente incluem os impactos sociais e econômicos. Além disso, a ênfase das

avaliações está vinculada aos impactos negativos, mas também existem impactos positivos no âmbito social e econômico. Com base nesta contextualização apresenta-se uma breve visão sobre os âmbitos dos impactos ambientais e na sequência apresenta-se o tema, delimitação do tema, problema de pesquisa, objetivos e a justificativa deste estudo.

1.1 Tema e delimitação do tema

O tema desta pesquisa relaciona-se a AIA e delimita-se na mensuração e análise dos impactos ambientais, sociais e econômicos influenciados pelas cinco usinas sucroenergéticas na região noroeste de Minas Gerais em 2018.

1.2 Problema de pesquisa

A responsabilidade em adotar uma política de racionalidade nas práticas de uso e manejo agrícolas ampliam a discussão sobre os impactos ambientais causados pelas usinas sucroenergéticas. Esta preocupação também já foi respaldada pelo poder público por meio do Decreto Estadual/MG 47.700 de 2003 que regula a Lei nº 11.241 de 2002, prevê a eliminação completa das queimadas na cultura até 2021 em áreas onde a mecanização é possível, e até 2031 em áreas onde a mecanização é tecnicamente inviável.

Os estudos recentes sobre os impactos ambientais em usinas sucroenergéticas, no Brasil, centram-se na qualificação destes impactos. Nesta lógica, evidencia-se que existe uma lacuna que ainda não foi explorada pela literatura e que possui uma importância frente às questões ambientais, e até mesmo pelas questões sociais e econômicas geradas por estas atividades, está relacionada a mensuração quantitativa dos impactos ambientais. Neste sentido, esta pesquisa possui como problemática: Qual o grau e quais são as atividades desenvolvidas pelas usinas sucroenergéticas que causam maiores impactos, positivos ou negativos aos meios, ambiental (físico e biótico), social e econômico (antrópico)?

1.3 Objetivos

Os objetivos deste estudo estão detalhados em geral e específicos.

1.3.1 Objetivo Geral

Mensurar os impactos ambientais, sociais e econômicos causados pelas usinas sucroenergéticas do Noroeste de Minas Gerais através da combinação de métodos matriz de interação (matriz Leopold) e método quantitativo, para demonstrar o tamanho e a magnitude destes impactos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar o nível de impactos ambientais, sociais e econômicos das Usinas sucroenergéticas;
- Apurar as atividades (etapas) das Usinas sucroenergéticas que oferecem maior impactos positivos e negativos;
- Comparar os impactos positivos e negativos frente aos aspectos ambientais, sociais e econômicos

1.4 Justificativa do estudo

O Brasil possui mais de 400 usinas sucroalcooleiras ou sucroenergéticas, sendo que este pólo econômico encontra-se no interior do Estado de São Paulo, seguido por Minas Gerais e Goiás (NOCELLI et al., 2017). Segundo dados da SIAMIG (2018), Minas Gerais possui 34 usinas implantadas, sendo que a maioria das usinas estão concentradas no Triângulo Mineiro, com 20 usinas, mantendo o Noroeste em segundo lugar no *ranking* com cinco usinas instaladas.

O Estado de Minas Gerais se encontra em terceiro lugar (63.505.105 milhões de toneladas) no *ranking* referente a moagem da cana-de-açúcar, abaixo somente do Estado de São Paulo que é líder na produção de cana-de-açúcar com uma moagem de 3.659.896.399 toneladas (SIAMIG, 2017). Além disso, Minas Gerais segue em quinto (625.036 toneladas) no *ranking* na produção de açúcar, se mantendo entre os grandes produtores de açúcar, tais como, São Paulo (11.787.753 toneladas), Alagoas, Paraná e Pernambuco em torno de 1.150.000 de toneladas (SIAMIG, 2017). O *ranking* de Produção de Etanol em Minas Gerais se encontra em quarto lugar (2.646.621 toneladas), atrás dos Estados de São Paulo (13.196.876 toneladas), Goiás (4.384.455 toneladas) e Mato Grosso do Sul (2.708.519 toneladas) (SIAMIG, 2017).

O Estado de Minas Gerais possui sua produção dividida em várias regiões, sendo que aquela que concentra a maior produção tanto de açúcar, quanto de Etanol é o Triângulo Mineiro que é responsável por 73% da produção do Estado de Açúcar, 69% da produção de Álcool e 71% da moagem da cana-de-açúcar (SIAMIG, 2016). A região Noroeste fica em segundo lugar na produção sendo responsável por 9% da produção do açúcar, 11% da produção de Etanol e 10% na produção da cana (SIAMIG, 2016).

O setor sucroenergético influencia a população brasileira em vários aspectos, por exemplo (MME, 2016):

- Mais de 380 unidades produtoras e mais de 1.000 municípios vinculadas a atividades deste setor;
- 950 mil empregos gerados diretamente e 70 mil indiretamente;
- U\$ 8,5 milhões em divisas geradas em 2015, sendo o 4º segmento na pauta de exportação;
- U\$ 40 milhões aproximadamente de Produto Interno Bruto (PIB), ou seja, equivalente a 2% do PIB nacional;
- O setor sucroenergético supera a U\$ 100 bilhões;
- Redução da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) em mais de 350 toneladas de CO².

O programa de Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (ZAE), segundo Manzatto et al. (2009), possui o objetivo de fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando à expansão e produção sustentável de cana-de-açúcar no território brasileiro. O ZAE demonstra que o país dispõe de cerca de 64,7 milhões de hectares de áreas

aptas à expansão do cultivo com cana-de-açúcar, sendo que, destes, 19,3 milhões de hectares foram considerados com alto potencial produtivo, 41,2 milhões de hectares de média produção e 4,3 milhões de baixo potencial para o cultivo. A Tabela 1 apresenta demais características produtivas da cana-de-açúcar.

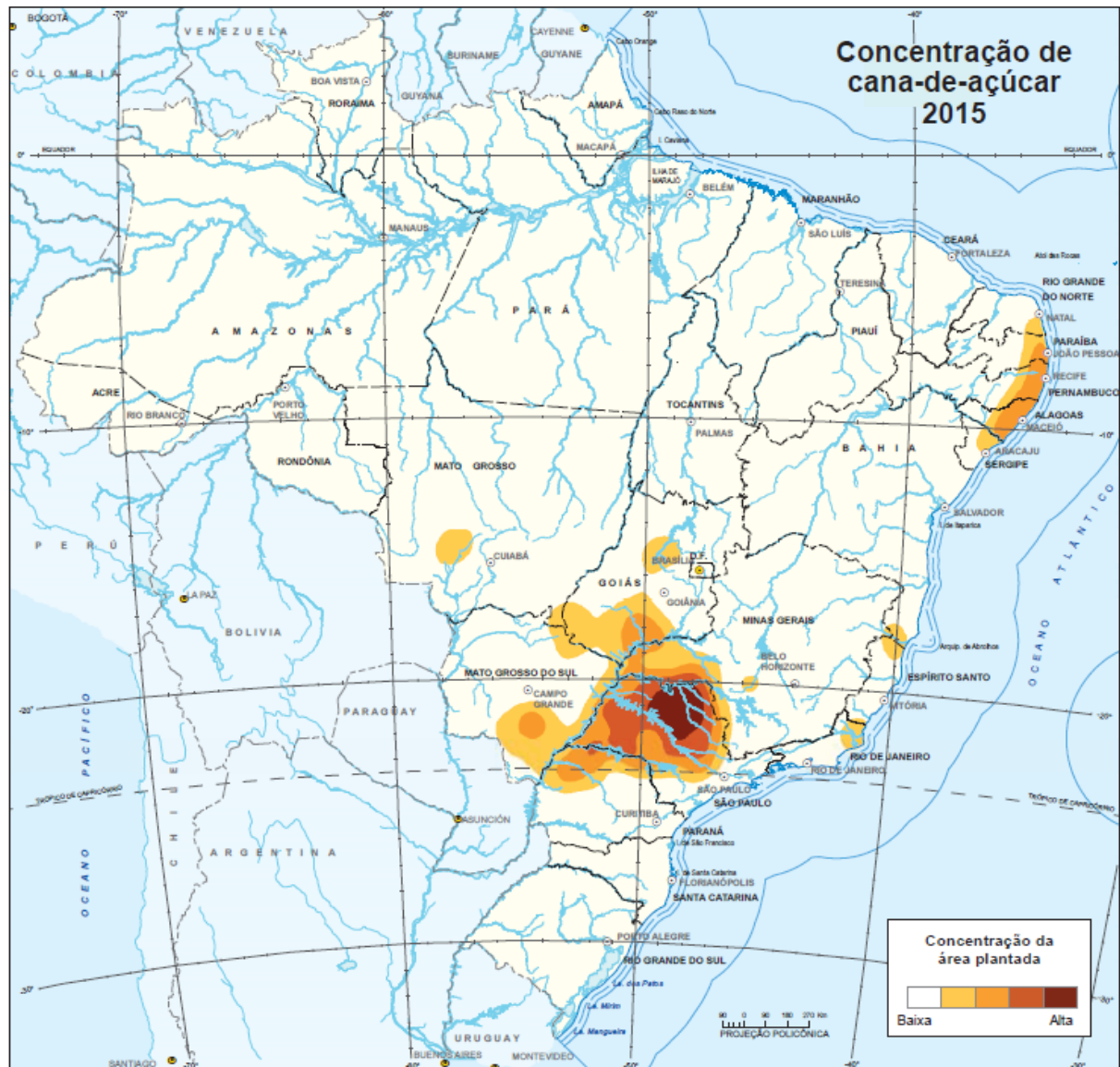
Tabela 1 - Características produtivas da cana-de-açúcar

Unidades da Federação com as maiores produções de cana-de-açúcar	Área Colhida(ha)	Quantidade Produzida (t)	Rendimento Médio (t/ha)	Participação na produção nacional (%)
Brasil	10.093.171	748.636.167	74,2	100,0
São Paulo	5.527.560	423.419.511	76,6	56,6
Goiás	911.847	70.412.725	77,2	9,4
Minas Gerais	910.927	69.017.764	75,8	9,2
Paraná	626.198	47.368.045	75,6	6,3
Mato Grosso Sul	545.650	43.924.003	80,5	5,9
Alagoas	308.006	20.714.441	67,3	2,8
Mato Grosso	289.091	20.077.293	69,5	2,7
Pernambuco	309.487	15.965.218	51,6	2,1
Paraíba	120.504	6.801.981	56,4	0,9
Bahia	104.709	6.227.728	59,5	0,8

Fonte: Adaptado de IBGE (2015).

A extensão do cultivo de cana-de-açúcar em solos brasileiros nas duas últimas safras abrange 1,5% das terras cultiváveis de vários estados, especialmente de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Alagoas e Pernambuco, que são responsáveis por 92,1% da produção nacional (NOCELLI et al., 2017). A Figura 1 apresenta um mapa da concentração da cultura da cana-de-açúcar no Brasil, em 2015.

Figura 1 - Mapa das características da concentração da produção da cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: Adaptado de IBGE (2015)

Os outros 16 estados produtores possuem áreas menores, com representações abaixo de 2,5%, totalizando 8% da área total do país (NOCELLI et al., 2017). Neste contexto, pode-se perceber a magnitude da importância da produção da cana de açúcar e a consequência da inserção das usinas sucroenergéticas no Brasil.

Sendo assim, este estudo se justifica pela importância de determinar os impactos possíveis e reais na produção sucroenergética, apontando os principais causadores e conscientizando sobre o controle, mitigação e compensação destes danos ao ambiente, demonstrados por meio de um método apresentado e adaptado através deste estudo.

Estes processos produtivos podem ser mais eficientes em termos de impactos ambientais o que agrega valor aos seus produtos e logicamente a percepção de sua marca no mercado, uma vez que, podem utilizar os resultados desse estudo para fins de divulgação e *marketing* para seus diversos *stakeholders*.

A ideia deste estudo não é apenas apresentar os prejuízos ambientais causados pelas usinas sucroenergéticas, mas de auxiliá-las para que seus processos trilhem em direção a produção mais limpa. Este auxílio corrobora ou vai ao encontro da importância que a produção de cana-de-açúcar e das usinas sucroenergéticas possuem para o Brasil, e em especial, as regiões circunvizinhas de suas instalações, em termos de economia, questões sociais, geração de renda, qualidade de vida, entre outros.

Após apresentar esta introdução que estratificou a direção do estudo, na sequência apresenta-se a fundamentação teórica que auxilia no entendimento dos principais conceitos e definições e dos métodos na avaliação e mensuração dos impactos ambientais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica apresenta os principais conceitos relacionados ao impacto ambiental, os potenciais impactos causados pelas usinas sucroenergéticas, a apresentação do processo de produção e transformação da cana de açúcar em produtos e subprodutos, a descrição dos principais resíduos gerados pela usina sucroenergética. Além disso, explorou os principais métodos de avaliação dos impactos ambientais apresentando seus conceitos, benefícios e limitações.

2.1 Histórico da cana de açúcar no Brasil

A cana-de-açúcar, espécie utilizada inicialmente para a produção de garapa e rapadura, foi introduzida no Brasil, oficialmente, em 1532 por Martin Afonso de Souza, trazida da Ilha da Madeira com o foco inicial na produção, em grande escala, apenas o açúcar (FIGUEIREDO, 2008). Segundo Michellon, Santos e Rodriguez (2008), o governo brasileiro objetivando amenizar os efeitos da crise do petróleo e buscando uma fonte alternativa investiu em pesquisas, tendo se destacado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado em 1975 visando à produção de álcool destinado a veículos automotivos.

O Brasil soube atravessar o período de crise petrolífera de forma inovadora e, com a implementação do Proálcool, ocorreu a substituição da gasolina por um combustível limpo renovável e totalmente nacional e criou-se uma ampla oferta de empregos, visto que a cadeia produtiva da agroindústria açucareira gerou “[...] até o ano de 2002 um total de 1,2 milhões de

postos de trabalhos diretos, além disso, o piso salarial era em média 70% superior ao salário mínimo” (OLIVEIRA, 2004, p. 33).

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil fez com que as indústrias que usam esta matéria prima se multiplicassem na época. Novas técnicas de produção foram introduzidas, e o país alcançou índices internacionais, fornecendo matéria-prima para as agroindústrias do açúcar, etanol e aguardente (SILVA et al., 2010).

A expansão da cultura de cana-de-açúcar também resultou no avanço da fronteira agrícola sobre as áreas naturais, em especial, na Mata Atlântica, que possui 12% de sua cobertura original, distribuídos de forma fragmentada (RIBEIRO et al., 2009). Concomitantemente ao desmatamento, as populações nativas foram desagregadas, hábitos culturais perdidos e houve uma drástica perda de biodiversidade (RODRIGUES; ORTIZ, 2006). Além disso, estes autores ainda enfatizam que as práticas agrícolas mais antigas, desprovidas de conhecimento técnico, resultaram no mau uso e contaminação das águas, principalmente devido à consolidação de relações de trabalho que seguiam largamente as tradições e injustiças do período colonial.

A principal preocupação, ao longo do tempo, referente aos danos ambientais causados pela produção de cana-de-açúcar era associada a queimada da palha (OMETTO; MANGABEIRA; HOTT, 2005). A Lei Estadual 11.241 de 2002, de São Paulo, prevê prazos para eliminação do uso do fogo para facilitar a colheita da cana-de-açúcar. Este processo agrícola necessita de autorização do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN) para prática de queimadas, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) órgão ambiental estadual também deve ser comunicado. As usinas têm até 2021 para encontrarem formas de eliminar a queima em áreas mecanizáveis e 2031 para áreas não mecanizáveis.

Outro fator relevante na produção da cana de açúcar, trata-se do consumo de água. O uso de água para irrigação é uma atividade essencial para a agricultura em nível global e, embora os canaviais sejam cultivados em sua maioria pelo sistema de sequeiro, que está à mercê de precipitação natural, há certa dependência de sistemas de irrigação (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Agricultura de sequeiro¹ é uma técnica agrícola para cultivar terrenos onde a pluviosidade é diminuta. Entretanto, é possível usar nos cultivos da cana-de-açúcar as águas

¹A expressão **sequeiro** deriva da palavra seco e refere-se a uma plantação em solo firme.

residuais provenientes das próprias usinas sucroenergéticas, denominada de “irrigação de salvamento”, atividade que economiza o consumo de água e evitar seu desperdício (UNICA, 2015).

Quanto à utilização de insumos no cultivo da cana-de-açúcar, os defensivos agrícolas, como os herbicidas, fungicidas e inseticidas, correspondem a aproximadamente 56% do volume total comercializado no país (CHRISTOFFOLETI et al., 2005). Já em 2017 “[...] soja foi a cultura que mais utilizou agrotóxicos no Brasil, representando 63% do total, seguido do milho (13%) e cana-de-açúcar (5%)” (PIGNATI et al., 2017, p. 3284). Apesar dos benefícios provenientes da utilização desses insumos para a produtividade agrícola, a contaminação de corpos d’água, solos e alimentos tem preocupado as autoridades e a população (RISSATO et al., 2006). Esses defensivos também podem atingir diretamente a fauna e flora nas adjacências dos cultivos, especialmente aqueles que entram em contato direto com as plantas, como os polinizadores.

2.2 Definição de Impactos Ambientais

A Norma Brasileira NBR ISO 14.001 (2015, p. 2), define Impacto Ambiental como “[...] qualquer modificação no meio ambiente, adversa ou benéfica que resulte no todo, ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. O CONAMA (1986, texto digital) define o impacto ambiental como

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

Bitar e Ortega (1998) compreendem que a definição de impacto ambiental está diretamente ligada à alteração significativa, através da avaliação do projeto de um empreendimento qualquer, podendo ser tanto positiva, quanto negativa. O impacto ambiental pode ser definido como a modificação no meio ambiente causada pela ação da humanidade. Sendo assim,

[...] há impactos ambientais de todo tipo, desde os menores, que não modificam substancialmente o meio ambiente natural, até aqueles que não só afetam profundamente a natureza, como também provocam diretamente problemas para a humanidade, como a poluição do ar, das águas e do solo (DIAS, 2011, p. 73).

A resolução CONAMA (1986), define as seguintes classificações para os impactos ambientais: 1. Positivos ou Negativos (benéficos e adversos); 2. Diretos ou Indiretos; 3. Imediatos, a médio prazo ou a longo prazos; 4. Temporários ou Permanentes; 5. Grau de reversibilidade; 6. Propriedades cumulativas e sinérgicas de cada impacto.

Os impactos ambientais são considerados, de acordo com a classificação acima, entre outras, mediante as seguintes definições (TOMASSI, 1993): 1) Impacto positivo ou benéfico: são aqueles em que a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental; 2) Impacto negativo ou adverso: São aqueles que resultam em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental; 3) Impacto Direto: Aqueles resultantes de uma simples relação causa ou efeito; 4) Impacto Indireto: São resultantes de uma ação secundária em relação à ação ou quando é parte de uma cadeia de reações; 5) Impacto Local: Quando a ação afeta o próprio sítio e suas imediações; 6) Impacto Regional: Quando o impacto se faz sentir além das imediações do sítio onde se dá a ação; 7) Impacto Estratégico: Quando o componente ambiental afetado tem relevante interesse coletivo ou racional; 8) Impacto Imediato: Quando o efeito surge imediatamente após a ação; 9) Impacto a médio e longo prazo: Quando o impacto se manifesta a algum tempo após a ação inicial; 10) Impacto Temporário: Quando seus efeitos têm duração determinada; 11) Impacto Permanente: Quando, uma vez executada a ação, os efeitos não param de se manifestar durante um período conhecido; 12) Impacto Cíclico: Quando o efeito da ação se manifesta em intervalos de tempo determinado; e 13) Impacto reversível: Quando o fator ou parâmetro ambiental afetado retorna às suas condições originais, quando cessada a ação.

Os EIAs disponibilizados pelas empresas Bioenergética Vale do Paracatu e Destilaria Rio do Cachimbo apontam que os principais impactos da implantação de usinas sucroenergéticas compreendem: a) Alteração da Qualidade do Ar; b) Alteração do Solo; c) Risco de Contaminação do Solo e Recursos Hídricos; d) Movimentação de Terra; e) Pavimentação; f) Geração de Pressão Sonora; g) Utilização de Recursos Hídricos; h) Retirada da vegetação presente na área de implantação das usinas e de plantio da cultura de cana-de-açúcar; i) Aumento do nível da pressão sonora sobre os animais; j) Implantação de uma única cultura sobre vastas áreas; k) Aumento do Risco de Acidentes nas cidades próximas; l) Aumento dos custos de habitação e moradia nas cidades circunvizinhas; m) Emissão de Ruídos e Odores provenientes da produção industrial; n) Geração de emprego e renda; o) Aumento da arrecadação de tributos locais; p) Fomento à economia da região; q) Geração de benefícios sociais; e r) Aumento da Produção Industrial.

O EIA e o licenciamento ambiental das indústrias de fabricação de álcool etílico e açúcar eram exigências previstas no CONAMA (1986). Através desta resolução foram definidas as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação do EIA como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. O Licenciamento Ambiental é o procedimento administrativo que regulamenta ambientalmente uma atividade ou empreendimento utilizador de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores e que, ao mesmo tempo, seja necessário e útil para a sociedade, de forma a assegurar um equilíbrio socioambiental.

A Resolução do CONAMA (1986) define que o EIA é o conjunto de estudos realizado por especialistas de diversas áreas, com dados detalhados. O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), refletirá as conclusões do EIA. O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada à sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação.

Nas usinas sucroalcooleiras, o EIA é feito através de um estudo quantitativo e técnico, que são caracterizados pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas (DANTAS, 2018): percentual, média, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, dentre outras. O EIA é desenvolvido por diversos profissionais, geólogos, biólogos, engenheiros, entre outros, avaliando todas as alterações que a instalação da usina pode causar na região. Entretanto, não mensura o nível de impacto ambiental gerado pelas empresas ou indústrias, ou seja, não define se é de maior ou menor grau de intensidade.

É responsabilidade do empreendedor a conciliação do desenvolvimento econômico associado à preservação ambiental, desde a etapa inicial de sua implantação até sua operacionalidade. Dessa forma, a usina consegue realizar o EIA, elaborar o RIMA e conseguir a licença prévia (DANTAS, 2018).

A AIA pode ser definida como uma série de procedimentos legais, institucionais e técnico-científicos, com o objetivo de caracterizar e identificar impactos potenciais na instalação futura de um empreendimento, ou seja, prever a magnitude e a importância desses impactos (BITAR; ORTEGA, 1998).

a vinhaça (MARTINS; OLIVETTE; NACHILUK, 2011). Ao final desta etapa é gerado o produto álcool, em seu estado de produto pronto (CAMELINI, 2011). A extração do açúcar, na próxima etapa, após a decantação é o cozimento, que é enviado para a cristalização e secagem obtendo-se assim o açúcar.

Andrade e Diniz (2007) salientam que um dos principais problemas do setor sucroalcooleiro é a prática da queima da palha da cana-de-açúcar como método facilitador da colheita. A ideia de poluir, nesta questão de queima, concentra em “[...] sujar, corromper, contaminar, degradar, manchar; poluição é o ato ou efeito de poluir; e poluente é o que polui” (BARBIERI, 2011, p. 15). As queimadas da cana-de-açúcar também causam grande impacto sobre a fauna, uma vez que o canavial serve muitas vezes de refúgio aos animais, oferecendo a eles abrigo e alimento, se tornando um nicho ecológico, com a prática da queimada muitos desses animais que utilizam o canavial como refúgio e acabam morrendo, sem conseguir fugir do fogo (LANGOWSKI, 2007).

Ribeiro e Pesquero (2010) salientam que a proibição da queima da cana-de-açúcar representa um dilema socioambiental, pois ao mesmo tempo que sua proibição se faz necessária para garantir a sustentabilidade ambiental do setor, além de prevenir doenças respiratórias que a queima venha a causar. No entanto essa mesma proibição pode desaparecer com milhares de empregos no campo, uma vez que a colheita passa a ser mecanizada, gerando assim a insustentabilidade social e espacial.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar é uma solução para acabar com a queima, uma vez que inclusive os cortadores de cana-de-açúcar preferem cortá-la queimada mesmo com os altos níveis de fuligem que são emitidos, pois a facilidade de corte é maior do que na cana-de-açúcar verde, chegando a dobrar a produtividade de cada cortador (RIBEIRO; PESQUERO, 2010).

2.3.1 Resíduo gerados no processo produtivo da cadeia de cana de açúcar

Os resíduos gerados na produção de álcool relacionam-se a vinhaça, bagaço, palha, torta de filtro, fuligem da queima da palha, entre outros. Sendo assim, nesta subseção detalha-se cada um destes resíduos.

A vinhaça é um resíduo da produção de álcool, e apresenta elevadas concentrações de nitrato, potássio e matéria orgânica (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007). Estes autores também enfatizam que a sua utilização pode alterar as características do solo promovendo modificações em suas propriedades químicas, favorecendo o aumento da disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas. Segundo Neves, Lima e Dobereiner (1983) a adição de vinhaça, juntamente com a incorporação de matéria orgânica, pode melhorar as condições físicas do solo e promover maior mobilização de nutrientes, em função da também maior solubilidade proporcionada pelo resíduo líquido. Cunha et al. (1981) relatam que a dinâmica do nitrogênio no solo tratado com resíduos orgânicos, tal como a vinhaça, é complexa, devido às transformações bioquímicas.

Ridesa (1994) observou que a eficiência da remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) pelo solo, pode ser afetada por sua capacidade de infiltração e pela presença de cobertura vegetal e, deste modo, quanto mais cobertura vegetal maior será a capacidade biológica de remoção. A vinhaça ao ser depositada no solo pode promover a melhoria de fertilidade do mesmo, no entanto as quantidades utilizadas não devem ultrapassar a capacidade de retenção do solo, sendo assim as dosagens devem ser mensuradas de acordo com as características presentes em cada tipo de solo (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007).

A vinhaça constitui o principal resíduo da industrialização da cana-de-açúcar, é altamente poluidor, quando lançada em cursos d'água, devida a alta demanda bioquímica por oxigênio, além da alta concentração de sais, em especial o potássio, e alta carga de matéria orgânica. A cada litro de álcool produzido pode-se gerar de 10 a 18 litros de vinhaça, dependendo das condições tecnológicas de cada empresa (SILVA; FERREIRA, 2008).

A vinhaça também pode ser definida como um efluente líquido da destilação de uma solução denominada vinho, obtida no processo de fermentação do caldo da cana-de-açúcar, ou do melaço ou ainda da mistura dos dois (IAC, 2011). Essa mesma Deliberação Normativa estabelece normas referentes ao armazenamento e aplicação de vinhaça e águas residuárias no solo agrícola. Esta Deliberação veio para revisar a COPAM (1986), para assegurar condições adequadas para assegurar as condições adequadas do solo e das águas, visando a sua manutenção (IAC, 2011).

A aplicação da vinhaça ou da mistura da mesma com águas residuárias, somente será permitida em solos agrícolas, por empreendimentos que estejam ambientalmente

regularizados, ou com processos devidamente formalizados (IAC, 2011). O bagaço se constitui em um subproduto da etapa produtiva de extração do caldo, sendo composto basicamente de fibras e de água e a legislação pertinente a este resíduo se constitui da Lei 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010) e da Resolução CONAMA nº 313 de 2002 (CONAMA, 2002). A sua destinação mais comum é a cogeração de energia elétrica, podendo ainda ser destinado à lavoura como adubo e à produção de ração animal, de aglomerados e de celulose (RODRIGUES et al., 2014).

Nussio e Balsalobre (1993) enfatizam que o bagaço *in natura* é o principal subproduto, e, apesar de ser utilizado como fonte de energia nas usinas de álcool e açúcar, ainda apresenta excedente de milhões de toneladas anuais. Surgem então alternativas de uso desse resíduo, tanto na adubação orgânica, como na alimentação de ruminantes.

O bagaço de cana, que é um conjunto de fibras emaranhadas de celulose, tem sido produzido cada vez em maior quantidade devido ao aumento da área plantada e da industrialização da cana-de-açúcar, decorrentes principalmente de investimentos públicos e privados na produção alcooleira (MENDES et al., 2008 apud COSTA; BOCCHI, 2011, p. 6).

As cinzas são o resultado da bioeletricidade e consistem principalmente de sílica (SiO_2), que indica seu potencial como adição mineral. A quantidade de cinzas geradas nas usinas brasileiras, pela cogeração de energia, chega a 2,5 milhões de toneladas por ano e isso corresponde a aproximadamente 6% da produção do cimento no Brasil (FAIRBAIRN et al., 2010).

A palha é um resíduo que gera polêmica quanto ao que fazer com ela após a colheita. Retirar ou não do campo? De um lado, deixar a palha no campo contribui para a preservação e manutenção da qualidade do solo, por outro, pesquisadores identificaram que o excesso de palha no solo contribui para o aumento da infestação de pragas e aumento nas emissões de gases do efeito estufa (CNPEM, 2017).

A torta de filtro é um subproduto gerado após a filtração do caldo e compreende um subproduto que é composto de doze elementos, por exemplo, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, entre outros. Além disso, por conter quantidades significativas de cálcio e fósforo, é normalmente utilizado na lavoura, podendo ou não passar por processo de compostagem (RODRIGUES et al., 2014).

Os resíduos gerados pela industrialização da cana-de-açúcar, como a torta de filtro e a cinza, devido às suas naturezas orgânicas, possibilitam o controle e reaproveitamento dos mesmos, principalmente para área de preparo do solo (PAIVA, 2003). Langowski (2007) defende que a produção de cana-de-açúcar é constantemente associada a impactos ambientais diversos, mas uma prática comum no universo canavieiro proporciona milhares de outros impactos, que é a queima da cana-de-açúcar como método facilitador da colheita.

A colheita mecanizada, por sua vez, apresenta algumas restrições, pois é demandado um alto investimento para essa atividade, além de exigir elevada capacidade operacional para condução das máquinas, além de riscos de tombamento das máquinas em topografias que possuem declividade superior à 12% (RIBEIRO; PESQUERO, 2010).

Pfitscher (2004, p. 39) enfatiza que à “[...] medida que há uma melhor conscientização da valorização do meio ambiente, surge uma necessidade de se conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental”, sendo assim percebe-se que uma das principais preocupações das empresas atualmente é a redução de custos com o respectivo aumento da produtividade.

Outra questão que é discutida é a eficiência da cultura da cana-de-açúcar na captura de gás carbônico atmosférico, pois apresenta um balanço positivo de acordo com Warwic e Rocha (2006), mesmo se for considerado a posterior emissão deste gás através da queima do álcool pelos motores do carro, ainda assim a quantidade de gás carbônico capturado na fotossíntese é maior que a quantidade emitida para a atmosfera. A captura do gás carbônico pela cana-de-açúcar se dá na fase do seu crescimento entre 12 e 18 meses, segundo Langowski (2007), por isso a queima da palha como método facilitador da colheita é tão impactante, pois no momento da queima todo esse gás é emitido novamente para atmosfera.

2.4 Métodos de Avaliação de Impactos Ambiental (AIA)

Os métodos da AIA, mais usados, apresentam vantagens e desvantagens e não há nenhum que proporcione uma completa avaliação de um empreendimento. Contudo, esses métodos podem ser modificados e adaptados, de forma a adequar-se a cada tipo de projeto.

2.4.1 Método *Ad Hoc*

O método *Ad Hoc* é simples, onde um grupo de especialistas escolhidos de acordo com o projeto realizam a avaliação numa abordagem inicial dos principais impactos advindos do empreendimento (CARVALHO; LIMA, 2010). Devido à necessidade de tomar decisões sobre a implantação de projetos surgiu o método *ad hoc*. Uma de suas vantagens é que ele leva em consideração razões econômicas ou técnicas, além de considerar pareceres de especialistas em cada tipo de impacto resultante do projeto (STAMM, 2003).

O método *ad hoc* é formado por grupos de trabalho multidisciplinares com especialistas em vários campos de atuação, ou em cada área a ser afetada pelo projeto, que irão apresentar suas opiniões baseadas na experiência para a elaboração de um relatório que relaciona o projeto e seus impactos ambientais (STAMM, 2003). A prioridade para seleção de especialista é ter alguma experiência ou afinidade com o tipo de projeto a ser analisado.

Este método geralmente é adequado a casos de escassez de informações quando fornece orientação para utilização de métodos mais sofisticados. O método de *Delphi* (ou método de *Delfos*) é um dos exemplos mais conhecidos do método de *ad hoc*.

Neste método é gerado um parecer técnico, que é realizado em curto espaço de tempo e tem baixo custo, sendo assim, adequado para situações em que há escassez de dados (CARVALHO; LIMA, 2010). A avaliação não é aprofundada e não há avaliação de impactos secundários, tampouco identifica ou examina o impacto de todas as variáveis ambientais. O Quadro 1 apresenta um resumo das principais características do método *ad hoc*.

Quadro 1 - Características do método *Ad Hoc*

Método	<i>Ad hoc</i>
Descrição	Reunião de especialistas
Aplicação	Avaliações rápidas
Vantagem (+)	+ Rapidez e baixo custo
Desvantagem (-)	- Alto grau de subjetividade

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

Uma das maiores vantagens do método *ad hoc* é que ele pode ser desenvolvido e sintetizado em pequeno período de tempo e quando não existe uma grande disponibilidade de

informações sobre os impactos resultantes (ARAÚJO; COTT, 2011). Entretanto, esse método apresenta significativa subjetividade dos resultados, que depende principalmente da qualidade do grupo de especialistas que estão realizando a análise e do nível de informação existente para o projeto (ARAÚJO; COTT, 2011). Também como desvantagem não existe uma análise sistemática e em profundidade dos impactos resultantes do projeto.

As consultas “*ad hoc*” compõem a maioria dos métodos de AIA, em pelo menos uma de suas fases (PEREIRA; BORÉM, 2007), porém o método “*ad hoc*” sozinho não contempla as exigências da legislação vigente, devendo ser usado como uma etapa dentro do processo de avaliação e não como método absoluto. O método *ad hoc* é indicado para uma análise prévia dos impactos prováveis de um projeto, sendo válido na definição da melhor alternativa a ser adotada.

2.4.2 Método *Checklists*

O método *checklist* consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental realizada por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Os especialistas deverão relacionar os impactos decorrentes das fases de implantação e operação do empreendimento, categorizados em positivo ou negativos, conforme o tipo da modificação antrópica que esteja introduzida no sistema analisado (COSTA; CHAVES; OLIVEIRA, 2005).

As listas de controle podem assumir formas variadas. Consistem em listas de atributos ambientais possíveis de ser afetadas pelo projeto em análise. Variam desde simples listas de impactos ambientais causados pelo projeto até complexos inventários que podem incluir escala e significância de cada impacto sobre o meio ambiente (UNEP, 2000).

Esse método tem como principal vantagem reunir os mais prováveis impactos associados a um projeto (GALLARDO, 2004). Entretanto, tal metodologia não identifica impactos diretos, não considera características temporais dos impactos, não considera a dinâmica dos sistemas ambientais e na maioria dos casos não indica a magnitude dos impactos, além de obter resultados subjetivos (CARVALHO; LIMA, 2010). Stamm (2003), cita cinco tipos básicos de listagem de controle, que são: simples, descritivas, escalares, questionários e multiatributos.

Cinco tipos de listas de controle básicas são citados na bibliografia: simples, descritivas, escalares, questionários e multiatributivas (SUREHMA/GTZ, 1992; RODRIGUES, 1998). As listas de controle simples podem ser adaptadas a vários tipos de especificidades, por meio da inclusão de outros atributos ou variáveis. Segundo Rodrigues (1998), este tipo de lista pode ser importante para a avaliação das implicações do projeto, constituindo-se em uma lista prévia para uma formulação mais elaborada. Também é útil para diagnosticar ambientalmente uma área de influência.

As listas de controle descritivas podem ser exemplificadas pela apresentação dos fatores ambientais com as consequências ligadas à implantação do projeto e seus respectivos critérios de avaliação. Segundo SUREHMA/GTZ (1992), as listas de controle descritivas podem tomar a forma de 47 questionário, no qual uma série de perguntas em cadeia buscar fornecer um tratamento integrado à análise de impactos.

As listas de controle escalar são úteis para análise de projetos com várias alternativas de viabilização, possibilitando a comparação entre elas em uma base definida. Podem ser utilizadas para a comparação entre os estados anterior e posterior à implementação do projeto (RODRIGUES, 1998). Os questionários são utilizados na ausência de dados específicos e confiáveis, ou devido aos custos elevados para obtenção desta informação, ou ainda à dificuldade de se obter avaliações precisas das consequências de um projeto sobre o meio ambiente, os empreendedores recorrem à experiência de especialistas (consultores) (RODRIGUES, 1998).

O questionário deve apresentar seus objetivos (o que será valorado) e uma lista de variáveis (ou impactos) a serem valorados. A definição do questionário envolve diversas consultas a especialistas, nas diferentes áreas. Este questionário deve ser respondido pelos consultores contratados para o desenvolvimento do projeto. No caso de desejo dos empreendedores, ou em virtude da complexidade do projeto, esta técnica pode ser aliada com outra equipe de especialistas e a técnica *ad hoc*. A avaliação final de consenso entre os dois grupos deve ser feita conjuntamente (STAMM, 2003).

As listas de utilidade de atributos consistem em selecionar, inicialmente, uma série de parâmetros passíveis de medição ou estimação. Para cada parâmetro devem ser obtidos seus valores de ocorrência real e potencial (RODRIGUES, 1998). Este autor ainda enfatiza que a fim de avaliar estimativas de ocorrência de parâmetros podem ser utilizados modelos

computacionais ou dados existentes de projetos similares. Deve ser definido, ainda, um fator de utilidade e uma constante de importância relativa, para cada parâmetro.

O somatório das constantes de importância deve ser igual a unidade. Definidos todos estes valores, pode ser composto o Índice de Qualidade Ambiental (IQA) para cada alternativa em estudo (ARAÚJO; COTT, 2011). Salientam ainda que inicialmente é feito, para cada parâmetro do projeto, o produto dos valores de ocorrência pelo fator de utilidade e a constante de importância. Posteriormente é feito o somatório dos resultados de todos os parâmetros, visando obter um IQA para cada alternativa do projeto. Quanto mais próximo da unidade (IQA mais alto), melhor a qualidade ambiental da alternativa em análise (RODRIGUES, 1998). O Quadro 2 descreve os principais detalhes do método *checklist*.

Quadro 2 - Características do método *checklist*

Método	<i>Checklists</i>
Descrição	Listagens de fatores e impactos ambientais
Aplicação	Diagnóstico ambiental até a comparação de alternativas
Vantagem (+)	+ Memorização de todos os fatores;
Desvantagem (-)	- Não identifica: impactos diretos e indiretos, características temporais e dinâmica dos sistemas

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

São instrumentos considerados práticos, fáceis de usar e são úteis em estudos preliminares para identificação de impactos relevantes (SÁNCHEZ, 2008; TOMASSI, 1993).

2.4.3 Métodos de Matrizes de Interação

O método de matrizes de interação permite associar as ações de um empreendimento às características ambientais de sua área de influência, através de uma listagem bidimensional (CREMONEZ et al., 2014). Este método é eficiente na identificação de impactos diretos e acomoda dados qualitativos e quantitativos, tem baixo custo e em um dos eixos, são relacionadas as características do ambiente e, no outro, as ações do projeto, em suas diversas fases.

Na quadrícula de inserção dos dois eixos, são assinalados os impactos ambientais que devem ocorrer, avaliando-os quanto ao tipo, magnitude, duração, entre outros. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são meramente métodos de identificação, importantes em atividades que possam causar impactos de maior intensidade e, portanto, devem ser monitorados com bastante atenção (MOTA; AQUINO, 2002).

Segundo Sánchez (2008), a Matriz de *Leopold* foi uma das primeiras ferramentas no formato de matriz feita para avaliar os impactos ambientais. A matriz é composta do cruzamento de 88 componentes (ou fatores) ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas. Em cada uma dessas quadrículas são indicados algarismos que variam entre 1 e 10, correspondendo, respectivamente, à magnitude e à importância do impacto. Ao número 1 corresponde a condição de menor magnitude (mínimo da alteração ambiental potencial) e de menor importância (mínima significância da ação sobre o componente ambiental considerado). Ao número 10 correspondem os valores máximos desses atributos. O sinal (+) ou (–) na frente dos números indica se o impacto é, respectivamente, benéfico ou adverso. Como em outros métodos, existe o risco da subjetividade.

Pereira e Bórem (2007) salientam que a matriz de interação é considerada um método simples, mas de grande importância na orientação dos estudos. Este método tem como vantagem possibilitar a comparação entre várias alternativas de intervenção, é bastante abrangente, pois envolve o meio físico, biológico e socioeconômico.

O princípio básico da Matriz de *Leopold* consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para em seguida ponderar a magnitude e a importância de cada impacto. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou normativa, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou empírica, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto (COSTA; CHAVES; OLIVEIRA, 2005).

Suas principais desvantagens são sua grande subjetividade, a falta de avaliação da frequência das interações e a impossibilidade de fazer projeções no tempo (CARVALHO; LIMA, 2010). O Quadro 3 apresenta as principais características do detalhe do método Matrizes de Interação.

Quadro 3 - Características do método Matrizes de Interação

Método	Matrizes de Interação
Descrição	Listagem de controle bidimensional (fatores <i>versus</i> ações)
Aplicação	Identificação de impactos diretos
Vantagem (+)	+ Boa visualização, simplicidade e baixo custo;
Desvantagem (-)	- Não identifica: impactos indiretos, características temporais e dinâmica dos sistemas; subjetividade na magnitude

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

Esta metodologia teve início a partir da tentativa de suprir as falhas observadas nas listagens (*checklist*). A matriz de *Leopold*, elaborada em 1971, é uma das mais conhecidas e utilizadas mundialmente, sendo que a mesma foi projetada com o intuito de avaliar os impactos associados a quase todos os tipos de implantação de projetos (BECHELLI, 2010). Permite uma fácil compreensão do público, aborda fatores sociais, fornece boa orientação para a realização de estudos e induz a multidisciplinaridade.

2.4.4 Redes de Interação

As redes de interação consistem na visualização entre ação e impacto, sejam eles diretos ou indiretos, indicando medidas de mitigação e controle (CREMONEZ et al., 2014). Neste método, é possível a informatização, onde a seleção de prioridades passa a ser feita pelo computador. O método de redes de interações estabelece relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando, relativamente, uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações. Além disso, identifica impactos indiretos e secundários de forma subsequente ao impacto principal (FINUCCI, 2010; MORGAN, 1998).

As redes de interação estabelecem a sucessão de impactos ambientais gerados por uma ação, através de quadros e diagramas, permitindo retrair, a partir de um impacto, o conjunto de ações que o causaram (SANTOS, 2010). Assim sendo, compõem o primeiro método geral, essencialmente sistêmico para AIA (PEREIRA; BORÉM, 2007).

Com a finalidade de viabilizar a identificação das interações entre impactos (indiretos, sinérgicos, etc.) as redes de interação foram criadas. Este método admite uma abordagem

integrada na análise dos impactos e suas interações, facilitam a troca de informações entre disciplinas (SUREHMA/GTZ, 1992), relacionando as ações para a avaliação de cada impacto com os processos de um mesmo projeto, bem como as medidas de mitigação

A primeira rede de interação foi elaborada por Sorensen, em 1971, criada para analisar os conflitos entre diferentes usos do solo e controlar a degradação ambiental nas zonas costeiras da Califórnia. O método Sorensen não é reconhecido para grandes projetos ou com muitas alternativas (CANTER, 1983). Este método possui vantagens como promover integração entre os diferentes tipos de impactos e permitir o relacionamento entre ações, impactos e medidas de mitigação e de controle (CANTER, 1983). O Quadro 4 demonstra as principais características do método redes de interação.

Quadro 4 - Características do método redes de Interação

Método	Redes de Interação
Descrição	Gráfico ou diagrama da cadeia de impacto
Aplicação	Determinação de impactos diretos e indiretos
Vantagem (+)	+ Abordagem integrada de impactos e interações;
Desvantagem (-)	- Não detectam: importância relativa dos impactos, aspectos temporais e espaciais, dinâmica dos sistemas.

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

A única desvantagem na utilização do referido método consiste no fato de que as redes não detectam aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância relativa dos impactos (ACHON; SOARES; MEGDA, 2005).

2.4.5 Superposição de Cartas

Este método foi desenvolvido com intuito de ser utilizado para sistemas geográficos. Basicamente era uma superposição de imagens impressas em transparências (RODRIGUES, 1998). A intensidade da cor nos mapas varia de acordo com a intensificação dos impactos ambientais mais graves. Atualmente, com a evolução da computação gráfica e informações obtidas por satélites, radares ou fotografias digitalizadas, este método tornou-se mais simples, rápido, manipula uma série significativa de informações rapidamente e o nível de precisão

atual é incomparavelmente maior do que os métodos anteriores. O Quadro 5 apresenta as principais características do método das cartas geográficas.

Quadro 5 - Características do método de cartas

Método	Superposição de cartas
Descrição	Cartas geradas por superposição de mapas de recursos e usos
Aplicação	Projetos lineares e diagnósticos ambiental
Vantagem (+)	+ Boa visualização e exposição de dados;
Desvantagem (-)	- Resultados subjetivos; não quantifica magnitude, difícil integração de dados socioeconômicos, não considera dinâmica dos sistemas.

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

Uma versão mais atualizada do método *Geographic Information System* (GIS) através da utilização do computador aumentou a sua gama de aplicação e tornou o método mais exato. Este tipo de método divide a área de um mapa em células e para cada célula armazena uma grande gama de informação (MUNN, 1979). Um ponto que deixa a desejar na utilização de um sistema GIS é a despesa envolvida para a realização de um estudo deste nível. Além disso, outras desvantagens são: não admite fatores ambientais que não possam ser mapeados, possui difícil integração dos impactos socioeconômicos e não considera a dinâmica dos sistemas ambientais (SUREHMA/GTZ 1992). O principal ponto positivo deste método é a identificação do impacto, sua apresentação direta, espacial dos resultados e na gestão de impactos cumulativos.

Consiste em uma técnica em que cartas temáticas são elaboradas e posteriormente analisadas conjuntamente permitindo avaliar os impactos espacialmente. A partir da sobreposição dos temas, que representa o diagnóstico ambiental, são estabelecidas as cartas de aptidão e restrição de uso do solo, de acordo com as ações previstas para ocorrer (GALLARDO, 2004; PEREIRA; BORÉM, 2007).

O referido método de cartas é de grande utilidade quando se avaliam questões de dimensionamento espacial, como na comparação entre as alternativas analisadas em um EIA, sendo este indicado para complementar outra metodologia de AIA (CARVALHO; LIMA, 2010). A “[...] superposição de cartas tem sido utilizada no planejamento territorial, na realização de diagnósticos ambientais e na definição de locais adequados para implantação de determinados empreendimentos” (MOTA, 1997, p. 229).

Esses mapas quando integrados produzem a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica, podendo ser elaborados de acordo com os conceitos de vulnerabilidade ou potencial dos recursos ambientais (conforme a necessidade de obtenção de cartas de restrição ou de aptidão do solo) (CREMONEZ et al., 2014). Nestes mapas, a intensificação das cores é entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos. O referido método é de grande utilidade quando se avaliam questões de dimensionamento espacial, como na comparação entre as alternativas analisadas em um EIA, sendo este indicado para complementar outra metodologia de AIA (CARVALHO; LIMA, 2010).

A metodologia é vista como uma transcrição mais moderna do método GIS, sendo que a utilização de computadores ampliou sua gama de aplicações e tornou o método ainda mais exato. A aplicação desta permite repartir a área de um mapa em porções, e cada uma dessas porções armazena uma grande quantidade de informações (MUNN, 1979).

2.4.6 Modelos de Simulação

Os modelos de simulação representam o que há de mais moderno em termos de AIA. São modelos matemáticos que permitem simular a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais, pela consideração de todas as relações biofísicas e antrópicas possíveis de serem compreendidas no fenômeno estudado. Sendo que talvez a sua maior limitação, seja a simplificação de todas as características do meio em um modelo matemático (PEREIRA; BORÉM, 2007).

Este método de AIA é o único que pode introduzir a variável temporal para considerar a dinâmica dos sistemas (SUREHMA/GTZ, 1992). As respostas destes programas são gráficos que representam o comportamento dos sistemas dentro de parâmetros definidos. Este tipo de método foca o objetivo da pesquisa somente nos fatores fundamentais para a definição do seu comportamento. Apresenta a interação entre os sistemas ambientais e seus impactos relacionados com o tempo de ocorrência (SUREHMA/GTZ, 1992).

O seu objetivo é fornecer diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental da área de influência do projeto. Por ser um método mais sofisticado e dispendioso (STAMM, 2003;

SOUZA, 1997) que os demais, é geralmente empregado em projetos de grande porte. Seu cálculo pode ser realizado pela Equação 1.

$$P = 6x + 3y \quad (1)$$

Onde,

P: População residual de animais (sobreviverá);

x: Número de hectares de mata que restará após o desmatamento necessário à implantação de um empreendimento;

y: Número de hectares de cerrado que restará após o desmatamento necessário à implantação de um empreendimento.

Segundo SUREHMA/GTZ (1992), outras vantagens, além daquelas informadas anteriormente, são: promover a troca de informações e interações entre as disciplinas e organizar um grande número de variáveis quantitativas e qualitativas. No Quadro 6 demonstra as principais características do método de simulações.

Quadro 6 - Características do método de simulação

Método	Simulação
Descrição	Modelos matemáticos automatizados
Aplicação	Diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental
Vantagem (+) Desvantagem (-)	+ Considera: dinâmica dos sistemas, interações entre fatores e impactos e variável temporal; - Custo elevado; representação da qualidade imperfeita.

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

É um método de grande utilidade em projetos de usos múltiplos e pode ser aplicado mesmo depois de se ter dado início das operações de um projeto (CARVALHO; LIMA, 2010).

2.4.7 Métodos Quantitativos

Os métodos quantitativos trabalham com a associação de números e valores para as considerações avaliadas qualitativamente, sendo formulados no período de AIA de um

determinado projeto (CREMONEZ et al., 2014). Os métodos quantitativos têm como principal qualidade o fato de procurarem eliminar a maior parte da subjetividade envolvida nas análises. No entanto, tal característica pode, muitas vezes, comprometer a flexibilidade do instrumento (SOUZA, 2000).

Carvalho e Lima (2010) acrescentam ainda que os métodos quantitativos buscam associar valores aos aspectos qualitativos e para aplicação deste método faz-se necessário a utilização de equipes multidisciplinares, sendo que tudo isso favorece a diminuição da subjetividade da avaliação.

A princípio, o desenvolvimento desta técnica partiu da necessidade de avaliar os impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídricos em suas atividades, a fim de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente (OLIVEIRA; MOURA, 2009). No Quadro 7 há a descrição das principais características do método quantitativo.

Quadro 7 - Características do método quantitativo

Método	Quantitativo
Descrição	Trabalha com a associação de números e valores
Aplicação	Fornecer informações para caracterizar uma situação ambiental e prever impactos
Vantagem (+)	+ Permite envolvimento de diferentes especialistas
Desvantagem (-)	- Falho na identificação de impactos secundários e terciários

Fonte: Adaptado de Moreira (1992b).

Os resultados fornecem boas informações para caracterizar uma situação ambiental e prever impactos, e permite envolvimento de diferentes equipes de especialistas, diminuindo sua subjetividade (PIMENTEL; PIRES, 1992). Além disso, deixa explícita as bases de cálculo dos índices de julgamento de valor e compara com eficiência alternativas de um mesmo projeto, por ter sido elaborado para operar quantitativamente (PIMENTEL; PIRES, 1992).

Após descrever as principais questões relativas a fundamentação teórica, sendo que não se teve a pretensão de apresentar um estudo da arte, mas descrever os conceitos e definições que fossem suficientes para ter uma visão geral sobre o tema; na sequência apresenta-se os procedimentos metodológicos desta pesquisa.

2.5 Estudos precedentes na mensuração e AIA no ciclo produtivo sucroenergético

Na busca de fundamentos para a pesquisa, foram encontradas referências importantes sobre as questões ambientais, os quais apresenta-se como exemplos dos estudos feitos sobre o tema. Nota-se no Quadro 8 que os impactos causados ao ambiente é assunto abordado de diversas formas e seu conteúdo serviu de comparativos e ferramentas complementares do estudo. Dessa forma, baseando-se em alguns destes parâmetros, passou-se a analisar a situação das cinco usinas sucroenergéticas da região Noroeste de Minas Gerais, mensurando seus impactos negativos e positivos, na questão ambiental, social e econômica.

Quadro 8 - Estudos precedentes sobre a mensuração de AIA

Autor e ano	Objetivo do estudo	Principais resultados
Monteiro e Ferreira (2010)	Gestão e meio ambiente: um estudo de caso em uma usina sucroalcooleira.	Apesar das vantagens encontradas na adoção de técnicas ambientalmente corretas, cabe ainda a esse setor e aos de natureza diversa a devida adequação de seus processos em favor da preservação do meio ambiente e, que em meio a discussões infundáveis e da proximidade de se chegar a um denominador comum que consiga beneficiar cada participante empresarial, governos e, principalmente, a sociedade. Enfim é preciso que todos esses atores envolvidos tenham em mente que a sobrevivência econômica depende primeiramente da sobrevivência do ambiente que nos engloba.
Rebelato, Madaleno e Rodrigues (2013)	Ponderação do Impacto Ambiental dos Resíduos e Subprodutos da Produção Industrial Sucroenergética.	Foi apontado que todos os resíduos/subprodutos gerados, exceto o efluente das emissões gasosas das dornas de fermentação, os particulados gerados durante a queima do bagaço e os gases da queima do bagaço, possuem maior impacto ambiental potencial nas águas. Além disso, os quatro primeiros resíduos/subprodutos mais impactantes, que são a vinhaça, os resíduos da desidratação do etanol, os óleos lubrificantes da fábrica e o melaço possuem impacto total relativo situados numa faixa que vai de 8% a 13%. Deste modo, arbitramos que estes poluentes são pertencentes ao grupo de alto impacto ambiental.
Rebelato, Madaleno, e Rodrigues (2016)	Análise do desempenho ambiental das usinas sucroenergéticas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu	Os impactos ambientais de cada poluente, as destinações dos resíduos/subprodutos das usinas são em média 95% adequadas.
Padua et al. (2013)	Análise da Gestão Ambiental em uma Usina do Setor	Os principais aspectos a serem considerados diante dos resultados da pesquisa são os seguintes: O sistema de gestão ambiental apresenta-se como um forte aliado da empresa na

(Continua...)

Autor e ano	Objetivo do estudo	Principais resultados
	Sucroenergético no Município de Dourados – MS.	gestão dos seus impactos ambientais, visto que vários fatores de ordem ambiental influenciaram na escolha pela implantação deste sistema (Continuação), que por sua vez objetivou assegurar a qualidade e dispor ao mercado produtos e serviços ambientalmente corretos.
Almeida, Santos e Torres (2014)	A AIA do processo de produção de etanol utilizando método derivado da Matriz de <i>Leopold</i> .	Os resultados apontam ganhos ou redução de impactos negativos através da adoção de medidas mitigadoras com base na avaliação contínua do processo produtivo utilizando a derivada da matriz de <i>Leopold</i> , contudo este estudo constitui uma das ferramentas para apoio ao processo decisório, o qual deverá ser realizado também em aspectos relacionados ao custo, estratégia competitiva, legislação ambiental, entre outros.
Alves e Araújo (2015)	Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais em uma Usina Sucroalcooleira em Rio Verde – Goiás.	Os vários processos para produção do etanol, causam impactos ao meio ambiente. No entanto, a maioria dos impactos avaliados foram considerados moderados. Ressalta-se ainda que com a realização periódica da AIA no empreendimento em questão, torna-se possível a identificação dos pontos críticos a serem controlados previamente.
Guimarães (2011)	Indústria Sucroalcooleira- Análise de Risco Ambiental	A análise de risco se mostrou satisfatória para o processo analisado, principalmente pela aplicação do método Análise de Modos e Efeitos de Falhas (FMEA) na avaliação de risco, devido a coerência dos dados obtidos na estimativa dos riscos, tal comportamento era esperado devido à vasta aplicação do método nos processos industriais.
Reis et al. (2013)	Desenvolvimento do Setor Sucroenergético no Estado de Mato Grosso do Sul: Impactos e Benefícios da Geração de Energia a Partir da Produção de Cana-de-çúcar.	Com base na pesquisa é possível concluir que os estudos sobre os impactos ambientais e sociais da produção de bioenergia não tem sido mensurado face o apelo da energia mais limpa e da eficiência econômica, o que em estados menos importantes no cenário do país, como o caso de Mato Grosso do Sul, facilitam eventuais desatendimentos das legislações ambientais e trabalhistas, entretanto não foi possível mensurar essas questões por falta de dados mais conclusivos.
Vasconcelos (2017)	Responsabilidade Jurídico-ambiental das Usinas Sucroenergéticas e a Recuperação de Áreas Degradadas	É importante destacar que se as áreas degradadas forem recuperadas não haverá mais necessidade de desmatar mais uma única árvore. A partir da existência de políticas públicas incentivadoras do desenvolvimento regional e econômico, é possível um melhor e maior crescimento de áreas antes tidas como “mortas”, evitando assim uma desertificação destes locais. É imprescindível aqui informar que os Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) são importantes instrumentos da gestão ambiental para todos os tipos de

(Continua...)

Autor e ano	Objetivo do estudo	Principais resultados
		atividades antrópicas. Neste sentido, equipes multidisciplinares devem ser reunidas para a execução de programas voltados à recuperação e restauração ambiental, aliando estratégias conservacionistas que resgatem o potencial biológico e socioeconômico da área.
Thomaz (2017)	Construção de uma Estrutura Metodológica para Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) de Indústrias Sucroenergéticas: Um Estudo Multicascos.	A ponderação do impacto relativo à toxicidade humana dos resíduos e subprodutos gerados no processo da fabricação sucroenergética mostrou se tratar de uma questão complexa, uma vez que os resíduos/subprodutos possuem significativas diferenças em sua composição tanto física quanto química, apresentando, portanto, distintos efeitos nocivos à saúde humana em caso de contato humano com estes resíduos via compartimentos ar, água ou solo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Consta da maioria das pesquisas que a produção sucroenergética causa impactos ambientais, assim como o fato de que as usinas estão buscando alternativas para minorar ou mitigar estes impactos. A gestão ambiental tem contribuído para as tomadas de decisões que visam a correta utilização dos resíduos, tornando-os economicamente viáveis e menos poluentes.

Outro ponto destacado é a relevância da restauração do ecossistema, convertendo áreas degradadas em ambientes recuperados com potencial biológico e socioeconômico. Nesse sentido, é imperioso ressaltar que as políticas públicas, a legislação e a AIA são instrumentos importantes de gestão ambiental. Além disso, percebe-se a escassez de estudos que abordam os aspectos ambientais, sociais e econômicos de forma concomitante

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos descrevem a caracterização da área de estudo e sua unidade de análise, a classificação e o tipo de pesquisa, a coleta dos dados, a forma de análise dos resultados, e as limitações do método.

3.1 Caracterização da área de estudo

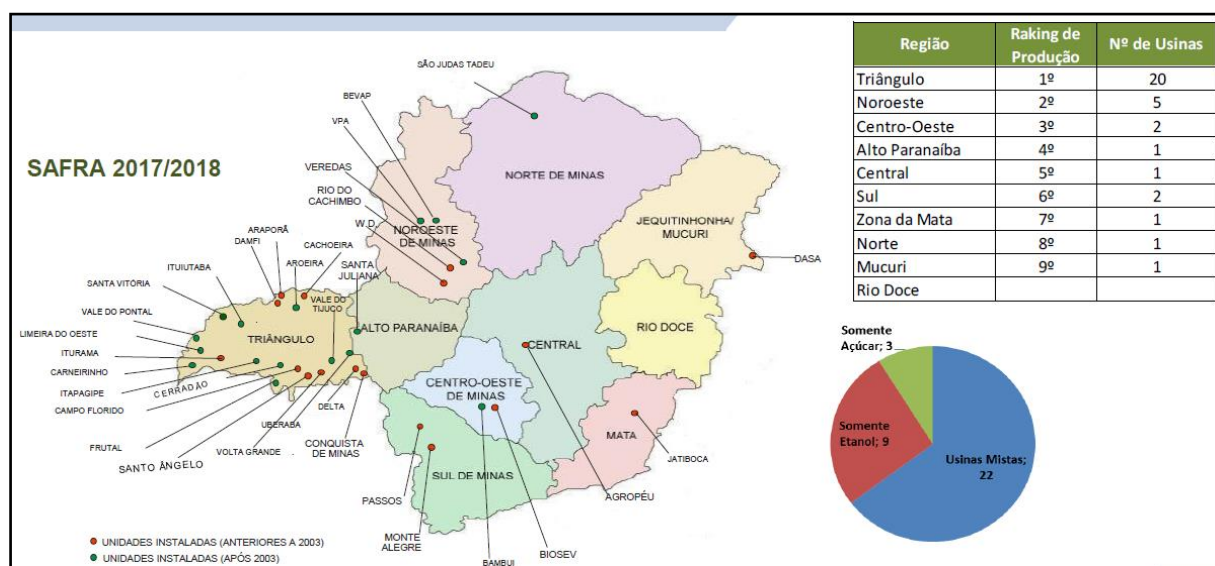
As usinas em Minas Gerais estão distribuídas por todo Estado, sendo que o Triângulo Mineiro ocupa o primeiro lugar no *ranking* estadual de números de usinas (58,9%), seguido pelo Noroeste (14,7%) e Sul (6%) de Minas Gerais (SIAMIG, 2018).

Este crescimento trouxe diversos benefícios, tanto econômicos quanto sociais, mas deve-se verificar os impactos causados por esta modalidade de empreendimento que em tão pouco tempo teve tão grande expansão na região Noroeste de Minas Gerais. O Noroeste mineiro que já é famoso pela produção de grãos, passou a receber investimentos na área de produção sucroalcooleira. Até 2020 a produção de cana deve dobrar, tornando-se a nova fronteira de cana no Estado. Um dos fatores é o alto preço das terras no triângulo mineiro. Já são cinco as usinas instaladas nos municípios de João Pinheiro e Paracatu, mais próximos à região Central, mas há projetos que alcançam até Unaí.

Quando deslanchar, porém, a produção canavieira no Noroeste de Minas vai intensificar problemas relativos ao desenvolvimento sustentável. O primeiro deles diz respeito à necessidade de irrigação das plantações – maior no caso da cana - o que deverá acirrar conflitos pelo uso da água. A região é o berço de dois dos principais afluentes do Rio São Francisco – o

Urucuia e o Paracatu. Por isso mesmo, o impacto da expansão agrícola sobre eles é motivo de preocupação. O segundo dilema é relacionado à ocupação e ao uso da terra. “A cana pode deslocar pequenos produtores e aumentar a concentração das propriedades e da renda, além de aumentar a pressão sobre as áreas de preservação do cerrado”, conforme Goulart (2012, texto digital). A Figura 3 apresenta a quantidade das usinas e suas respectivas localizações dentro do estado.

Figura 3 - Distribuição das Usinas de Cana de açúcar no estado de Minas Gerais



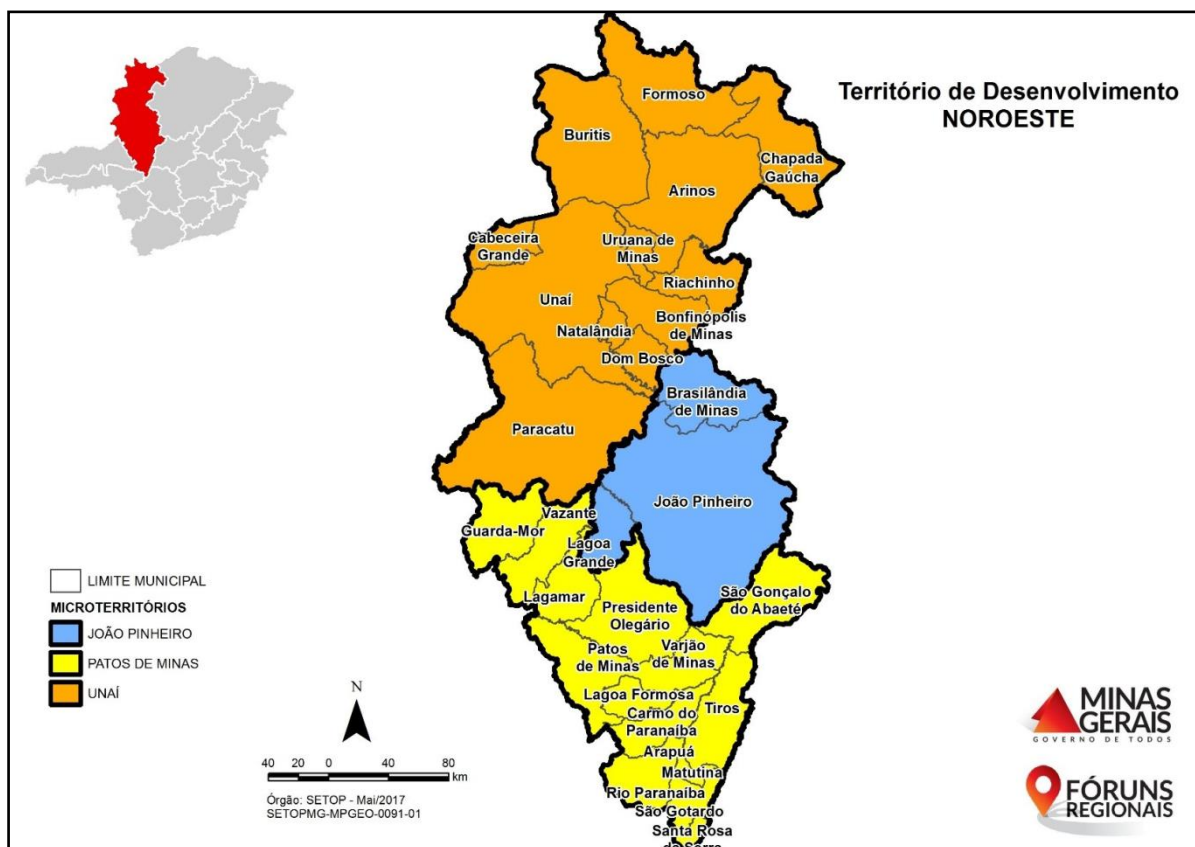
Fonte: SIAMIG (2018, p. 13).

A região Noroeste limita, ao Sul, com a região do Alto Paranaíba; a Oeste, com o Distrito Federal e com o estado de Goiás; a Nordeste; com o estado da Bahia; e, a Leste, com a região Norte de Minas (AGRIC, 2018). A região Noroeste (FIGURA 4) é composta por dezesseis municípios, tem uma extensão territorial de 56.134,10 km², sendo João Pinheiro o maior município com 10.768 km² e Natalândia o menor com 473 km². A densidade demográfica média é de 4,10 hab./km², segundo dados do AGRIC (2018).

O Estado de Minas Gerais apresenta-se como um polo atrativo às indústrias sucroalcooleiras e este fato se deve principalmente por sua disponibilidade de áreas agricultáveis, recursos hídricos abundantes e clima propício ao cultivo da cana-de-açúcar (SIAMIG, 2011). Além disso, possui a localização privilegiada próxima de portos para escoamento da produção, como Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, e faz divisa com o maior estado brasileiro produtor de açúcar e álcool, que é o Estado de São Paulo, onde se obtém facilidades de escoamento da produção, mão-de-obra especializada e mercado favorável.

Ainda de acordo com o SIAMIG (2011), é necessário observar alguns pontos no momento da escolha do local para implantação das usinas, como a disponibilidade da matéria prima, o mercado existente na região, a disponibilidade de energia, combustível e comunicação, o clima regional, a infraestrutura e as possibilidades de transportes disponíveis, a disponibilidade de água, a disposição dos efluentes, a disponibilidade de mão-de-obra.

Figura 4 - Território do Noroeste de Minas Gerais



Fonte: ASPLAN-MG (2017)

O Estado de Minas Gerais, em especial, a região Noroeste atende de forma satisfatória todas as necessidades para implantação das usinas sucroenergéticas, demonstrando um potencial de crescimento neste ramo (SIAMIG, 2011). Um fator relevante é que a região conta com a maior área irrigada da América Latina. São 400 mil hectares irrigados, de acordo com a ADESNOR (2011).

O setor sucroenergético representa 13,50% do PIB do Agronegócio de Minas Gerais, sendo uma atividade de considerável importância para o Estado (CEPEA, 2017).

3.1.1 Unidades de análise

Na região Noroeste de Minas Gerais há cinco usinas implantadas sendo que quatro estão localizadas no município de João Pinheiro e uma no município de Paracatu. Destas cinco usinas, duas são mistas produzindo álcool, açúcar e energia termoeletrica e as demais produzem álcool e energia termoeletrica, sendo que a energia produzida por duas delas comercializa o excedente de energia produzida.

As usinas implantadas no Noroeste de Minas Gerais são: a Destilaria Vale do Paracatu, a Bioenergética Vale do Paracatu, a WD Agroindustrial, a Destilaria Veredas e a Destilaria Rio do Cachimbo (QUADRO 9).

Quadro 9 - Características das usinas sucroenergéticas da unidade de análise

Usinas	Características
Destilaria Vale do Paracatu Agroenergia Ltda	-Situada no município de Paracatu; -Produção Diária de 486 m ³ /dia de Álcool; -Geração de 30MW/hora de energia elétrica;
Bioenergética Vale do Paracatu	-Situada no município de João Pinheiro; - Produção diária de 1500 m ³ /dia de Álcool; - Produção diária de 32.000 sacas/dia de açúcar; - Geração de 80MW/hora de energia elétrica;
WD Agroindustrial Ltda	-Situada no município de João Pinheiro; -Produção diária de 600m ³ /dia de Álcool; -Produção diária de 15.000 sacas/dia de açúcar; -Geração de 32MW/hora de energia elétrica;
Destilaria Rio do Cachimbo	-Situada no município de João Pinheiro; -Produção diária de 180m ³ /dia de álcool; -Geração de 4,5MW/dia (consumo próprio);
Destilaria Agropecuária Veredas	- Situada no município de João Pinheiro; - Produção diária de 300m ³ /dia de álcool.

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A escolha das usinas a serem pesquisadas justifica-se pela localização, facilitando o acesso, além da receptividade, uma vez que os administradores se mostraram dispostos a colaborar com o estudo, fornecendo as informações necessárias e permitindo as visitas nas unidades de produção

A produção de produtos do setor industrial sucroenergético, conforme Nogueira e Garcia (2013), pode ser quantificada em, considerando que uma usina processa diariamente em média 10.545 toneladas de cana-de-açúcar: a) Produção de Açúcar: 18.000 sacas de 50 quilos de açúcar; b) Produção de Álcool: 486,57m³; e c) Produção de Energia elétrica: 38 MWh.

Os resíduos gerados como o bagaço, vinhaça, torta de filtro, cinzas e fuligens são transformados em coproduto e totalmente utilizados dentro dos processos agroindustriais da usina. O Quadro 10 estratifica a geração quantitativa de resíduos no processo industrial das usinas sucroenergéticas.

Quadro 10 - Geração de resíduos no processo industrial

Resíduos	Local de geração	Quantidade	Classe	Armazenamento	Tratamento	Transporte	Disposição final
Bagaço	Moagem	230 a 260 Kg/t cana 23% a 26%	II A	Pátio industrial a céu aberto	-----	Caminhão basculante	Caldeira
Cinzas	Caldeiras	25 kg/t cana (2,5%)	II B	Lagoa	Decantação	Caminhão basculante	Lavoura
Torta de filtro	Filtro	35 kg/t cana (3,5%)	II A	Caminhão basculante	-----	Caminhão basculante	Lavoura
Vinhaça	Destilação	10 a 14 litros/litro de álcool	I A	Lagoa	-----	Dutos	Lavoura

Fonte: Nogueira e Garcia (2013, p. 3281).

A partir deste diagnóstico “[...] realizado pode se afirmar que a indústria canavieira estudada utiliza práticas de manejo sustentável buscando dar destinação aos seus resíduos” (NOGUEIRA; GARCIA 2013, p. 3282).

A pretensão desta pesquisa foi mensurar os principais impactos causados pelas usinas sucroenergéticas da região Noroeste de Minas Gerais, analisando os pontos positivos e negativos para o ambiente, para a economia e para a população. Tendo em vista que o cerrado é considerado o segundo maior bioma nacional, devendo receber atenção devida por parte de qualquer empreendimento, para sua preservação.

3.2 Classificação da pesquisa

A abordagem quanto ao problema de pesquisa qualitativa mostra percepções e motivações do público pesquisado e investigação de valores, sem preocupação com a estatística (MALHOTRA, 2006). Este mesmo autor ainda salienta que a pesquisa qualitativa alcança uma compreensão subjetiva das razões, das motivações do contexto do problema, normalmente é utilizada com amostras em número reduzido, coleta de dados não estruturada, análise de dados não estatístico e os resultados apresentam uma compreensão inicial do problema estudado.

A pesquisa com abordagem quantitativa representa o que pode ser mensurado, medido, contado, exige descrição rigorosa das informações obtidas, é adequado quando se quer conhecer a extensão (modo estatístico) do objeto de estudo. Objetiva quantificar os combinar os dados qualitativos e quantitativo e esta é a combinação que será utilizada nesta pesquisa. Esta pesquisa utiliza-se da abordagem qualitativa com informações coletadas a partir de dados, usada em amostras com grande número de casos representativos, a coleta de dados é estruturada, a análise de dados é estatística (MALHOTRA, 2006).

A abordagem conjunta quanto ao problema de pesquisa qualiquantitativa parte de entrevistas estruturadas com diretores e funcionários de usinas sucroenergéticas para compor o quadro de impactos ambientais. Já a abordagem quantitativa contemplará uma abordagem matemática e estatística da análise do nível de impacto ambiental destas usinas.

A abordagem da pesquisa quanto aos objetivos é caracterizada de natureza descritiva, onde realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. Além disso, são exemplos de pesquisa descritiva as pesquisas mercadológicas e de opinião (BARROS; LEHFELD, 2007). Esta pesquisa é descritiva pois apresenta as características das usinas relacionadas à unidade de análise quanto aos seus impactos ambientais.

O procedimento técnico adere-se a um estudo de caso, enquanto método de investigação qualitativa, tem sua aplicação quando o pesquisador busca uma compreensão extensiva e com mais objetividade e validade conceitual, do que propriamente estatística, acerca da visão de mundo de setores populares. Interessa ainda as perspectivas que apontem para um projeto de civilização identificado com a história desses grupos, mas também fruto de sonhos e utopias (ROCHA, 2008).

Os procedimentos técnicos secundários utilizados nesta pesquisa compreendem o questionário e a entrevista estruturada. O “[...] questionário em questão é um instrumento de coleta de dados, formado por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas sem a presença do entrevistador” (RAMPAZZO, 2005, p. 112). Normalmente, o pesquisador envia o questionário ao informante, através dos correios ou por e-mail contendo em anexo uma nota explicando a natureza da pesquisa. As perguntas devem ser objetivas, a linguagem utilizada deve ser a mais clara possível, com vocabulário adequado ao nível de escolaridade dos informantes. As perguntas não podem sugerir ou induzir as respostas e devem manter uma sequência lógica. Neste contexto, foi enviado aos gerentes das usinas participantes desta pesquisa, um questionário com perguntas pertinentes ao tema.

A entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações sobre determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional (LAKATOS; MARCONI, 2007). É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social. A entrevista “[...] consiste no desenvolvimento de precisão, focalização, fidedignidade e validade de certo ato social como a conversação” (GOODE; HATT, 1969, p. 237).

Os procedimentos técnicos desta pesquisa relacionam-se a um estudo de caso múltiplo, pois utiliza-se cinco usinas sucroenergéticas. A operacionalização deste estudo de caso múltiplo ocorrerá por meio de entrevista vinculada a abordagem qualitativa e de um questionário que tem aderência a abordagem quantitativa. Sendo assim, o método de mensuração dos impactos ambientais, neste estudo, terá uma abordagem qualitativa e quantitativa o que justifica a utilização de entrevistas e de questionários, com abordagens qualitativas e quantitativas.

3.3 Coleta dos dados

O método de mensuração do impacto ambiental utilizado é uma combinação das matrizes de interação (Matriz de *Leopold*) e o quantitativo. A utilização desta combinação de métodos foi definida para abarcar no momento da mensuração os aspectos qualitativos e quantitativos em nível de impacto ambiental, social e econômico. Segundo Creswell (2007), com o desenvolvimento e com a percepção da legitimidade da pesquisa qualitativa e quantitativa nas

ciências humanas e sociais, a pesquisa de métodos mistos, empregando coleta de dados associada às duas formas de dados, está se expandindo. As matrizes de interações são técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. A interação entre os fatores dos eixos opostos permite estabelecer o impacto. As matrizes podem ser simples ou complexas, dependendo da quantidade de informações com que se trabalha (IBAMA, 2001).

O princípio básico da Matriz de Leopold consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para em seguida ponderar a magnitude e a importância de cada impacto. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou normativa, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou empírica uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto (COSTA, 2005).

Esses procedimentos se desenvolvem em resposta à necessidade de esclarecer o objetivo de reunir dados quantitativos e qualitativos em um único estudo (ou em um programa de estudo). Com a inclusão de métodos múltiplos de dados e formas múltiplas de análise, a complexidade desses projetos exige procedimentos mais explícitos. Como a pesquisa de métodos mistos é relativamente nova nas ciências sociais e humanas como uma técnica distinta de pesquisa, é útil informar, em uma proposta, uma definição básica e uma descrição da técnica.

As estratégias são organizadas na maneira como os dados são coletados: sequencialmente (explanatória e exploratória), concomitantemente (triângulo e aninhada) ou com lentes transformadoras (sequencial ou concomitante). Cada modelo tem pontos fortes e fracos, embora a técnica sequencial seja a mais fácil de implementar.

A pesquisa foi enriquecida pelos estudos de casos, abordando os aspectos positivos e negativos de cada uma das usinas da região, os quais foram auferidos através de visitas *in loco*, com conhecimento dos sistemas produtivos de cada uma, com suas respectivas capacidades. Foi considerado ainda todos os resíduos gerados e os possíveis impactos causados em cada etapa da produção do açúcar, etanol e bioenergia.

Na sequência, diante dos fatos apresentados, o modelo matriz de interação, derivado da matriz *Leopold*, foi definido para identificar os impactos ambientais das usinas sucroenergéticas da região Noroeste de Minas Gerais.

Na matriz derivada da Matriz de *Leopold*, cada ponto é analisado através de critérios com características específicas. São eles: valor, ordem, espaço, temporal, dinâmica e plástica, porém no projeto em tela será analisado somente o valor e ordem (QUADRO 11). Vale ressaltar que os mesmos critérios de avaliação foram utilizados por Kaercher et al. (2012).

Quadro 11 - Critérios de qualificação dos impactos ambientais

Critérios	Impacto	Descrição
Status	Positivo	Quando uma ação causa melhoria da qualidade de um parâmetro
	Negativo	Quando uma ação causa dano à qualidade de um parâmetro
Valor	0	Nenhum Impacto
	1	Desprezível
	2	Baixo Grau de Agressividade
	3	Médio Grau de Agressividade
	4	Alto Grau de Agressividade
	5	Muito Alto Grau de Agressividade

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a definição da estrutura da matriz de interação, referida foi enviada para validação para os seguintes pesquisadores: a) Marlon Dalmoro; b) Guilherme Liberato da Silva; c) Claudete Rempel e d) Fernanda Cristina Wiebusch Sindelar. Estes pesquisadores foram convidados em função de suas participações no programa de pós-graduação em sistemas ambientais sustentáveis da UNIVATES e pelos trabalhos desenvolvidos por estes doutores na questão da sustentabilidade. Posteriormente à análise dos pesquisadores, considerando suas críticas, a matriz de interação foi validada. A matriz de interação foi enviada às usinas participantes desta pesquisa, para preenchimento, dando assim, início ao levantamento de dados, conforme matriz abaixo (QUADRO 12).

O método de mensuração do impacto ambiental que foi utilizado é uma combinação das matrizes de interação e o quantitativo. A definição desta combinação de métodos foi determinada para abarcar no momento da mensuração os aspectos qualitativos e quantitativos em nível de impacto ambiental. Este é um dos diferenciais que será abordado neste estudo, ou seja, contribuir com a literatura e a práxis melhorando o método de mensuração e/ou avaliação do impacto ambiental.

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	Odores	Partículas sólidas	Gases evapores	Contaminação	Nascentes de água	Áreas pantanosas	Contaminação do solo	Erosão do solo	Empobrecimento do solo	Diminuição da diversidade	Vegetação	Infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Geração de empregos	Infraestrutura
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana																	
	Obtenção do bagaço da cana																	
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo																	
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal																	
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash																	
Decantação	Adição de polímero flocculante sintético																	
Filtração do lodo com resíduo de açúcar	Recuperação do açúcar																	
	Adição de leite de cal ao leite filtrado																	
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do Caldo																	
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador																	
Destilação alcoólica	Utilização de água																	
Geração de energia	Queima do bagaço																	
	Material particulado																	
	Geração de vapor																	
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular																	

(Continua...)

Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo da matriz de interação pode ser operacionalizado por meio do modelo desenvolvido por Moreira (1985) e Silva (1999) que está apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Modelo de Matriz de interação

		Componentes												
		Físico		Biótico			Socioeconômico							
		Clima/qualidade do ar/ruído	Geologia/recursos minerais	Recursos hídricos	Ecosistema terrestre/restinga	Ecosistema manguezal e de transição	Ecosistema aquático	Uso e ocupação do solo	Patrimônio arqueológico	Patrimônio paisagístico	Pesca artesanal e esportiva	Condições de vida da população	Economia local	Porto de Santos
Natureza do impacto P (positivo) N (negativo)														
Possibilidade de ocorrência C (certa) - Pr (provável) - In (incerta)														
Fases - implantação	Recrutamento de mão-de-obra											P		P
	Implantação e operação do canteiro de obras e instalações provisórias			N	N	N	N/P		N			C		C
			Pr	C	Pr	Pr		Pr						Pr
	Desmatamento e limpeza do terreno	N		N	N	N	N		N	N	N			
		Pr		Pr	C	C	Pr		In	C	Pr			
	Utilização de áreas de empréstimo/jazidas minerais	N	P	N				N		N				
		Pr	C	In				In		In				
	Bota-fora do material de limpeza do terreno e do entulho das obras	N	N	N				N		N				
		Pr	In	In				In		In				
	Implantação de diques periféricos	N		N		N								
		Pr		Pr		Pr								
Execução de dragagem na área entre o canal e o cais			N			N								
			Pr			Pr								
Execução do aterro hidráulico			N			N								
			Pr			Pr								
Bota-fora do material de dragagem não-adequado			N			N							P	
			Pr			Pr							C	
Implantação das obras civis (cais, pavim. armazéns, tancagem)	N						P						P	
	Pr						C						Pr	
Dispensa de mão-de-obra da construção civil												N	N	
												C	C	

Fonte: Adaptado de Moreira (1985) e Silva (1999).

Este modelo da matriz de interação avalia as questões ambientais e as socioeconômicas e em cada uma das fases e dos componentes deve-se avaliar a natureza do impacto (positivo ou negativo) e a possibilidade de ocorrência (certa, provável ou incerta).

O modelo de matriz de interação apresentado na Figura 5 foi utilizado como referência, porém será adequado para o uso em usinas sucroenergéticas. Além da mensuração da matriz por meio de letras que indicam uma posição de cada dos componentes, também se fará uma substituição destas letras por valores numéricos, ou seja, matriz quantitativa, para que seja atribuída uma pontuação para cada atividade causadora de impacto ao meio ambiente,

obtendo-se assim uma matriz com resultados matemáticos, onde será dada uma nota para avaliar cada usina. Dessa forma, além de destacar os pontos positivos e negativos, obter-se-á dados para a realização de um comparativo entre elas.

3.4 Análise dos Resultados

Nesta seção, serão apresentadas as formas de análise dos resultados da presente pesquisa, onde pretende-se detalhar os impactos gerados pelas usinas sucroenergéticas do noroeste de Minas Gerais, baseados nos parâmetros usados para uma AIA, quais sejam (QUADRO 11): a) Físico; b) Biótico; e c) Antrópico

Quadro 11 - Fatores Ambientais para elaboração de diagnóstico ambiental em EIA/RIMA

Fatores	Descrição
Meio Físico	Caracterização do clima e condições meteorológicas da área potencialmente atingida pelo empreendimento.
	Caracterização da qualidade do ar na região.
	Caracterização dos níveis de ruído na região.
	Caracterização geológica da área potencialmente atingida pelo empreendimento.
	Caracterização geomorfológica da área potencialmente atingida pelo empreendimento.
	Caracterização dos solos da região na área em que os mesmos serão potencialmente atingidos pelo empreendimento.
	Caracterização dos recursos hídricos, podendo-se abordar: hidrologia superficial, hidrogeologia, qualidade da águas.
Meio Biótico	Caracterização e análise dos ecossistemas terrestres na área de influência do empreendimento.
	Caracterização e análise dos ecossistemas aquáticos na área de influência do empreendimento.
Meio Antrópico	Caracterização da dinâmica populacional na área de influência do empreendimento.
	Caracterização do uso e ocupação do solo, com informações, em mapa, na área de influência do empreendimento.
	Quadro referencial do nível de vida na área de influência do empreendimento.

(Continua...)

Fatores	Descrição
	Dados sobre a estrutura produtiva e de serviços.

Fonte: Brasil (2012).

Para isso, além das visitas *in loco*, com observação do processo produtivo e gestão das empresas, foi enviado um questionário semiestruturado, para obtenção das informações. Estas informações foram analisadas por meio do desvio padrão, médias aritméticas e coeficiente de variação. Com a aplicação da combinação de métodos proposto, foi possível, por meio das respostas colhidas nas entrevistas e nos questionários, chegar à dimensão dos impactos gerados pelas empresas sucroenergéticas avaliadas neste estudo.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção será apresentado os resultados obtidos pela coleta de dados realizada nas usinas participantes da pesquisa. Cada resultado será apresentado e analisado de forma individual e posteriormente será feita a análise dos principais aspectos comuns a todas as usinas.

4.1 Avaliação dos impactos ambientais

Os impactos demonstrados nas matrizes serão avaliados pelo grau de magnitude, sendo atribuído um valor a cada atividade, definindo se o impacto foi positivo ou negativo ao meio ambiente.

4.1.1 Estudo de caso 1

Os resultados da avaliação de impactos ambientais da Usina 1 em relação ao meio físico demonstram que na fase do plantio a utilização de agrotóxicos apresentam impactos na contaminação dos recursos hídricos (-2), nascentes de água (-3), áreas pantanosas (-3) e da contaminação do solo (-3) (TABELA 2).

Tabela 2 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina I, sob o aspecto meio físico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO FÍSICO								
		AR			RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO(SOLO)		
		Odores	Partículas sólidas	Gases evapores	Contaminação	Nascentes de água	Áreas pantanosas	Contaminação do solo	Erosão do solo	Empobrecimento do solo
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	-2	0	0	-2	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	-1	0	0	-2	-3	-3	-3	0	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colheita da cana-de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparo da cana-de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	-3	3	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros	3	0	0	-3	1	0	2	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos)	2	0	0	-3	2	0	1	0	0
Extração do caldo da cana-de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	-2	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	-2	0	2	0	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo; (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

A contaminação dos recursos hídricos ocorre nas atividades de geração da torta de filtro e alguns metais (-3), pelos resíduos gerados das máquinas (-3) e na manutenção destas com uso de óleos, graxas, entre outros (-3). Estes resultados estão coerentes com Ramalho e Amaral (2001) que enfatiza que a torta de filtro, apesar da alta concentração de nutrientes e redução em custos de adubação, esta provoca um aumento na concentração dos teores de metais pesados em solos adubados com a torta, agregado ao alto risco de contaminação do lençol freático, uma vez que os metais não são absorvidos pela cana-de-açúcar, tendo tendência a percolarem.

O ar e os recursos hídricos apresentaram impacto baixo nas etapas de destilação alcoólicas e geração de energia (-2), para a queima do bagaço e utilização de água respectivamente. Diante disto, o estudo de Cortez e Magalhães (1992) salienta que a energia embutida no bagaço, é maior do que a contida no etanol produzido.

A comparação destes resultados com os de Assis et al. (2009) percebe-se que as usinas já adotam medidas mitigadoras destes impactos ambientais, por exemplo, realização de programas de recuperação de áreas degradadas (92%, das usinas pesquisadas), 88% estão aderentes a legislação ambiental, 85% apontaram investimentos em melhoria tecnológica em termos ambientais e 58% garantem metas de redução das emissões indiretas de gases do efeito estufa. O nível de degradação (-3) é fruto do comprometimento na utilização de medidas corretivas e mitigadores descritas por Assis et al (2009), pois nenhum impacto teve nível “muito alto”.

Os resultados da avaliação do meio biótico da usina I (TABELA 3), apresentou maior grau de impacto ambiental negativo na etapa do plantio da cana-de-açúcar pela supressão da vegetação natural, considerado alto (-4), afetando a diversidade, promovendo a fuga de animais para outras áreas.

O processamento geral da cana-de-açúcar impactou os animais (meio biótico) em função da manutenção dos equipamentos (-3) e baixo grau para os resíduos gerados pelas máquinas (-2). A geração de ruídos causados pelo funcionamento dos equipamentos e máquinas (na área fabril e na lavoura) também pode ser considerado um fator gerador de estresse na fauna presente nos fragmentos vegetacionais da área, podendo causar o seu afugentamento e interferência em processos ecológicos.

Tabela 3 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina I, sob o aspecto meio biótico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO BIÓTICO		
		FAUNA/FLORA		
		Diminuição da diversidade	Animais	Vegetação
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0
	Supressão da vegetação natural	-4	0	0
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0
	Acidentes	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0
	Água s residuais	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	-3	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	-2	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0
	Material particulado	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Neste sentido, Cavalcante (2009), em sua revisão da literatura, destaca estudos que apontam a interferência de ruídos na ecologia e distribuição de passeriformes. A movimentação de máquinas agrícolas e caminhões para o transporte da cana ocasionam atropelamentos de animais dentro do canavial e nas estradas que margeiam a usina. Um ponto positivo para o meio biótico, na usina I é a colheita mecanizada, que evita a morte de espécies pelas queimadas da cana.

Os resultados, do meio antrópico da Usina 1 (TABELA 4), apontam impactos ambientais negativos à saúde pelo uso de agrotóxicos (-3). Essa prática contamina, além da água e do solo, a própria produção agrícola. Há ainda indícios sobre a relação que os agrotóxicos teriam com o aumento de casos de autismo, câncer e mutações genéticas.

Tabela 4 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina I, sob o aspecto meio antrópico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO ANTRÓPICO				
		Infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Geração de empregos
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0	-3	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	0
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	3	0	3	3
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	3	0	2
	Acidentes	0	0	-2	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	2	2	-3	0	0
	Água s residuais	0	0	2	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	3	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	0	3
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	0	4
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	3	3	3
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	3
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	3
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	3
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	3
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	3	3	3	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	4	4	4
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0	0	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Belmonte (2018) enfatiza que Dossiê Abrasco - Os impactos dos Agrotóxicos na Saúde, descreve as conexões entre câncer e agrotóxicos em populações rurais, afirma que dados de estudos experimentais confirmam a relação direta da exposição a esses produtos no desenvolvimento de tumores e de câncer em seres humanos. Uma das alternativas para esse impasse, é o controle biológico, porém a usina pesquisada não faz uso desse método.

A etapa de lavagem da cana-de-açúcar impacta a qualidade de vida (-2), já que esta operação visa retirar as impurezas minerais que chegam à usina incorporadas à cana-de-açúcar, gerando um efluente que se caracteriza pelo alto teor de matéria orgânica. Uma alternativa para este impacto é a utilização do método de lavagem a seco, que acaba reduzindo a utilização de água, ou mesmo retirando o caldo da cana sem efetuar uma limpeza, conforme sugestão de Rodrigues e Garcez (2015).

A qualidade de vida também é impactada negativamente em função do risco de acidentes durante o transporte da cana-de-açúcar (-2), provocados pelo manuseio de máquinas de pequeno e grande porte, pelos diversos tipos de equipamentos, implementos e ferramentas, risco de incêndio e de explosão.

O impacto positivo com médio e alto grau é observado no meio antrópico e relaciona-se a geração de emprego, em especial, na colheita mecanizada, processamento geral e extração da cana de açúcar, tratamento físico e químico do caldo e na etapa da decantação. A geração de energia tem um alto impacto positivo, contribuindo para uma melhora na qualidade de vida da população rural. O bagaço, que seria considerado um problema para a usina, transforma-se em matéria prima para a geração de energia. Estudos feitos por Souza (2012), comprovam que além de atender as necessidades de energia das usinas, desde a década de 1980, o bagaço tem permitido a geração de excedentes de energia elétrica que são fornecidos para o sistema elétrico brasileiro.

A gerencia da Usina I, informou em entrevista, que a energia é o produto mais valorizado da usina I, sendo a cogeração de energia elétrica otimizada ao máximo. Para aperfeiçoar ainda mais a produção de energia, geradores foram especialmente projetados, garantindo maior eficiência no processo de geração.

A Usina I, publicou um relatório de sustentabilidade 2018/2019, onde cita sobre convênios com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA) e com o Centro de Tecnologia

Canavieira (CTC), visando incorporar novas tecnologias voltadas à produção canavieira. Estas ações estão em sintonia com vários objetivos e metas propostos pela Agenda 2030. Sendo assim o uso do modelo de produção de cogeração de energia, por exemplo, enquadra a companhia no “Objetivo de Produção de Energia Acessível e Limpa” (ODS 7) e no “Objetivo de Consumo e Produção Sustentável” (ODS 12). A usina mantém 43% de sua área total com preservação ambiental, demonstrando seu comprometimento com o meio ambiente.

Dos impactos negativos levantados na usina I, verificou-se que muitos não tiveram pontuação. Dentre os impactos negativos, alguns apresentaram resultados desprezíveis. Para os que tiveram resultados relevantes, evidencia-se o uso de agrotóxicos, adubação química e supressão vegetal, porém, foi constatado que a empresa se preocupa em adotar medidas mitigatórias para se adequar às exigências da legislação ambiental. Outro fator que merece ser mencionado é a utilização da água para a irrigação da lavoura, que contribui para a redução deste recurso natural nas áreas de captação.

A Usina I adota controles para evitar o desperdício, com manutenção frequente dos equipamentos utilizados na captação, na condução de água e na irrigação. Como mencionado acima, a usina tem um relatório de sustentabilidade para o período 2018/2019, onde pode-se constatar várias metas que visam diminuir os impactos ambientais causados pela produção da usina. Quanto aos impactos positivos, foi verificado que estes ocorreram em maior grau sobre o meio antrópico, especialmente na geração de emprego e renda para os moradores da região, fomento à economia local e arrecadação de impostos.

4.1.2 Estudo de caso 2

A usina II apresentou maior grau de impacto negativo no meio físico no plantio da cana-de-açúcar pelo uso de adubação química (-4). Como a usina II está localizada numa região onde predomina o cerrado, o uso do adubo a base de fosfato é indicado para corrigir a acidez do solo (TABELA 5).

Tabela 5 – resultados da avaliação da Matriz da Usina II, sob o aspecto meio físico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO FÍSICO							
		AR			RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO(SOLO)	
		Odores	Partículas sólidas	Gases e vapores	Contaminação	Nascentes de água	Áreas pantanosas	Contaminação do solo	Erosão do solo
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	-4	0	-2	-2	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0	0	0	-2	-3	0
	Supressão da vegetação natural	0	-2	0	0	0	0	0	-3
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	1	0	0	0	-2	0
	Águas residuais	0	0	0	-3	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	-1	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	-4	0	0	-3	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	-3	-2	-1	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	-1	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases e vapores através do balão de flash	0	0	-2	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	-2	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	-3	-2	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Domiciano (2016) enfatiza que uma pesquisa feita pela secretaria de abastecimento de São Paulo, por meio da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), sobre a reutilização de resíduos de esgoto doméstico no plantio da cana-de-açúcar, aponta que o material é rico em nitrogênio e fósforo, e constatou que o uso do lodo nos canaviais diminui em até 60% os custos com fertilizantes. Em experimentos realizados pela Agência em Piracicaba, os pesquisadores observaram aumento de até 30% na produtividade da cana-de-açúcar. A Usina II, também utiliza a vinhaça como fertirrigação, com os devidos cuidados para evitar a contaminação do solo e das nascentes de água. A água utilizada no processo industrial é captada em dois pontos no Rio do Cachimbo.

Apesar de fazer uso de agrotóxicos na etapa de plantio da cana, gerando grau de impacto médio para contaminação do solo (-3), a usina também utiliza o controle biológico para o combate da broca da cana. Essa praga ocorre ao longo de todo o ciclo da cultura, porém, com menor incidência em plantas jovens.

Outro impacto gerado durante o plantio da cana-de-açúcar na usina II, foi demonstrado pela supressão da vegetal natural, que ocasiona erosão do solo. De acordo com estudos de Bertoni e Lombardi (2010), um terreno coberto com mata, em condições normais, tem um desgaste cerca de 110 vezes menor do que uma área descoberta, pois a remoção da cobertura vegetal reduz a capacidade de infiltração e retenção de umidade do solo, aumentando a velocidade de escoamento das enxurradas. A Usina II realiza atividades de educação ambiental, como plantio de mudas nativas por alunos de escolas da região, visando a manutenção das áreas de reserva legal e preservação permanente no entorno de córregos e veredas.

No processamento da cana-de-açúcar o uso de produtos para manutenção de máquinas impacta os recursos hídricos (-4) e o solo (-3). Esses resíduos são gerados pelos materiais como óleos, graxas e materiais de limpeza em geral que podem contaminar as nascentes de água. O resíduo sólido industrial de características domiciliares, oriundos de escritórios, refeitório e de diversos setores da indústria (oficina mecânica, depósito e pátio industrial) da Usina II, é constituído por materiais recicláveis, que são armazenados e, posteriormente, comercializados e por materiais não-recicláveis, que são destinados ao aterro controlado da destilaria. As embalagens de produtos químicos, utilizados como insumos na destilaria, são armazenadas temporariamente e, posteriormente, devolvidas aos fornecedores ou comercializadas.

Na etapa de armazenamento do álcool, a Usina II conta com três tanques com capacidades de: 1.475 m³, 3.069 m³ e 4.933 m³, respectivamente, todos com bacia de contenção impermeabilizada com argila de modo a impedir eventuais vazamentos que causem danos ao meio ambiente.

No transporte, o impacto no ar é causado pelo deslocamento de veículos para transporte, onde há emissão de partículas sólidas (-3) e líquidas, resíduos da queima do combustível no motor, bem como de material particulado decorrente do desgaste dos pneus pelo atrito com o solo, além dos gases (-2) emitidos pelos escapamentos, como por exemplo o monóxido de carbono.

A energia da Usina II, no período da safra é complementado pela geração de energia elétrica da caldeira alimentada por bagaço de cana-de-açúcar. O efluente em questão são os gases de combustão do bagaço de cana-de-açúcar, para geração de vapor e, conseqüentemente, de energia para a produção industrial. A gestão da Usina II realizou duas amostragens isocinéticas da caldeira nas duas últimas safras, resultando em queda significativa da concentração de material particulado, apesar do aumento de matéria-prima moída. Apesar disso os resultados ficaram abaixo do estabelecido pelo CONAMA nº 382 (CONAMA, 2006).

Os impactos ambientais observados no meio biótico, gerados pela usina II (TABELA 6), demonstram grau médio (-3), para os animais e vegetação na fase do plantio pelo uso de agrotóxicos. Como foi exposto sobre os impactos no meio físico, a usina tem como atenuante o uso do controle biológico. Porém essa prática, apesar de reduzir não afasta a contaminação de áreas pantanosas (-2) e do solo (-3). De acordo com Sociedade Nacional de Agricultura (SNA, 2015), o solo é um dos elementos mais importantes para manter a boa qualidade da água, do ar e, em consequência, também a dos alimentos produzidos pela agricultura ou criação de animais.

No Brasil, depois da chamada revolução verde - “Revolução verde – um jeito capitalista de dominar a agricultura” (ZAMBERLAN; FRONCHET, 2001, p. 13). O uso de agrotóxicos aumentou significativamente, com o intuito de aumentar a produção agrícola. Além disso, o uso de agrotóxicos foi estimulado sem a preocupação prévia de orientar os agricultores sobre o risco para a sua saúde, meio ambiente e para o consumidor de forma a criar entre os agricultores um falso conceito que os produtos aplicados são praticamente inofensivos para o meio ambiente e a saúde do ser humano (MATA, FERREIRA, 2013).

Tabela 6 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina II, sob o aspecto meio biótico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO BIÓTICO		
		FAUNA/FLORA		
		Diminuição da Diversidade	Animais	Vegetação
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	-2	-2
	Supressão da vegetação natural	0	0	0
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0
	Acidentes	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	-3	-3
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0
	Material particulado	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

No processamento geral da cana-de-açúcar, onde há utilização de máquinas e equipamentos, foi verificado um grau médio de impacto negativo (-3), pelos resíduos gerados na manutenção desses equipamentos. Trata-se de um impacto negativo permanente, pois o uso de óleos lubrificantes, graxas e correias são necessários à manutenção das máquinas.

A Usina II apresentou maior grau de impactos positivos no meio antrópico, com potencial social muito favorável pelos potenciais produtivos e humanos (TABELA 7). Na etapa do plantio da cana, a infraestrutura, tecnologia e geração de empregos gerou impacto positivo médio (+3).

Tabela 7 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina II, sob o aspecto meio antrópico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO ANTRÓPICO				
		Infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Geração de empregos
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	3	3	0	0	3
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	3
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0	0	2
	Acidentes	0	0	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	3
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	0	3
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	0	3
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0	0	3
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	3
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0	0	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

A produção de energia a partir da biomassa, atualmente é defendida como uma alternativa importante e viável do ponto de vista ambiental. A cogeração de energia através da

queima do bagaço da cana-de-açúcar aumenta a competitividade do álcool e açúcar no mercado. Quanto a geração de gases de combustão do bagaço de cana-de-açúcar, para geração de vapor e, consequentemente, de energia para a produção industrial.

Tanto no processamento da cana, extração e tratamento do caldo, a avaliação também foi positiva (+3), no aspecto de geração de emprego. Durante visita à usina II, foi relatado que a empresa desenvolve diversos programas de cunho socioambiental em parcerias com a prefeitura, polícia militar, escolas e associações comunitárias. Um dos principais pontos positivos da usina II, está relacionado ao controle biológico, que promove muitos ganhos ambientais. Essa prática não apresenta riscos ao meio ambiente e não põe em risco a saúde dos trabalhadores, dos habitantes da região e dos animais.

Os impactos previsíveis levantados na usina II, alguns tiveram pontuação desprezível ou não pontuaram. Dos impactos negativos apresentados a maior relevância foi a contaminação dos recursos hídricos. Dentre as medidas mitigatórias efetuadas pela empresa destaca-se a utilização da vinhaça e águas residuárias na fertirrigação e o encaminhamento de resíduos sólidos para empresas de reciclagem ou disposição em aterros. Nota-se que a Usina II tem comprometimento com a questão ambiental e procura atender as normas vigentes. Os impactos positivos demonstrados no meio antrópico, a geração de emprego foi mais significativa, com pontuação também para infraestrutura e tecnologia.

4.1.3 Estudo de caso 3

A Usina III, localizada no município de Paracatu, tem maior impacto negativo no meio físico, na etapa de plantio da cana-de-açúcar, pelo uso de agrotóxicos e adubação química. Estes impactos são observados por contaminação do solo e da água (-3) e do ar (-2) (TABELA 8). O Brasil aumentou tanto sua produção que, estudos de Filoso et al. (2015) apontam que de acordo com a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2016), tornou-se o maior produtor mundial dessa cultura. Em contrapartida, esse aumento na produção da cana-de-açúcar vem acompanhado de um aumento crescente de diferentes agrotóxicos. A Usina III usa o controle biológico para alguns tipos de praga, tendo neste um ponto positivo para a empresa.

Tabela 8 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina III, sob o aspecto meio físico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO FÍSICO								
		AR			RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO(SOLO)		
		Odores	Partículas	Gases	Contaminação	Nascentes de	Áreas	Contaminação do solo	Erosão do solo	Empobrecimento do solo
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-2	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-3	0	0
	Supressão da vegetação natural	0	-2	-2	0	-2	0	0	-3	-2
Colheita da cana-de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	-3	0	0	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparo da cana-de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Águas residuais	-2	0	0	-2	-1	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	-2	0	0	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	-2	0	0	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	-2	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Segundo dados do MAPA (2016), 63 ingredientes ativos foram registrados no Brasil para uso no cultivo da cana-de-açúcar (ARMAS et al., 2005; CETESB, 2010). Atualmente, de acordo com dados do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) (MAPA, 2016), 85 ingredientes ativos estão registrados para o cultivo dessa monocultura, ou seja, um aumento de quase 35%. A adubação química tem um impacto baixo, uma vez que a Usina III utiliza a vinhaça no processo de fertirrigação, conduzida através de canais até o sistema de irrigação.

É na fase do plantio que também acontece atividades impactantes, como a supressão da vegetação nativa, causando maior dano pela erosão do solo (-3). Outro fato também observado durante a visita a campo é que a propriedade fica numa região de grande biodiversidade, com muitos produtores que utilizam da tecnologia para a agricultura de precisão e recebem incentivos através de políticas públicas para fomento da produção. Há elevada disputa pela água, pois as lavouras são todas irrigadas por pivôs centrais, onde a paisagem foi perdendo suas características naturais, dando lugar ao agronegócio.

Dentre os impactos ao meio físico, cita-se a emissão de efluentes atmosféricos decorrente dos gases e material particulado lançados na atmosfera, da queima de combustíveis de veículos e máquinas na planta industrial, e da queima do bagaço de cana-de-açúcar, na caldeira. As cinzas provenientes da caldeira estão sendo usadas para o enriquecimento do solo, servindo como complementação da adubação. O monitoramento de tal atividade se dará através do monitoramento anual da qualidade do solo.

No meio biótico o maior grau de impacto negativo é demonstrado na fase do plantio da cana pela supressão da vegetação natural, atingindo alto grau (-4) para fuga de animais e desmatamento de plantas nativas (mata ciliar) e médio (-3) para perda da diversidade (TABELA 9).

Nesse sentido, ao encontro destes impactos negativos ocasionados a partir do cultivo da cana-de-açúcar, Rodrigues (2010) corrobora que os principais relacionam-se: O desmatamento causa a redução da biodiversidade e pela implantação da monocultura; Ampliação da fronteira agrícola para áreas de proteção ambiental; Infecção do solo e das águas superficiais e subterrâneas por efluentes, devido à prática de adubação química, aplicação de corretivos minerais e de agrotóxicos, herbicidas e defensivos agrícolas; Comprometimento da qualidade e disponibilidade de água para abastecimento; Desgaste e compactação do solo, especialmente, devido ao tráfego de máquinas pesadas durante o plantio, tratos culturais e colheita;

Assoreamento de corpos d'água devido à erosão do solo e desmate ilegal de matas ciliares; Alteração da qualidade do ar e clima da região por práticas de queimada; Emissão de fuligem e Gases de Efeito Estufa (GEE) pela queima de palha ao ar livre durante o período de colheita que ainda acontece em muitas propriedades; Danos à flora e fauna causados, sobretudo, por perda de habitat e queimadas fora de controle; Aumento da poluição decorrente ao consumo intenso de óleo diesel nas etapas de plantio, colheita e transporte, entre outros.

Tabela 9 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina III, sob o aspecto meio Biótico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	FAUNA/FLORA		
		Diminuição da	Animais	Vegetação
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	-2	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	-3	0
	Supressão da vegetação natural	-3	-4	-4
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0
	Acidentes	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	LAVAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR (limpeza)	0	0	0
	Água s residuais	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0
	Material particulado	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

De acordo com o Atlas de Biodiversidade do Estado de Minas Gerais (DRUMOND et al., 2005), a área do empreendimento é considerada importante para peixes, alta importância para aves e especial para mamíferos. Portanto, a supressão vegetal, o uso de agrotóxicos e adubação química comprometem a preservação das espécies.

Ainda no plantio da cana o resultado negativo ocorre pelo uso de agrotóxico e adubação química, impactando os animais pela contaminação do solo e das nascentes de água. Nocelli (2014) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que desenvolve pesquisas em ecotoxicologia de abelhas, adverte que os inseticidas foram desenvolvidos para matar insetos, e a abelha é um inseto. Se ela se aproxima, vai ocorrer mortalidade. Este fato é preocupante, uma vez que as abelhas desempenham um papel fundamental na produção de alimentos.

A matriz referente ao meio antrópico da usina III, é a parte menos impactante da Usina III. A etapa da produção que gera impacto negativo está representada pelo uso de agrotóxicos, que é uma ameaça à saúde humana (TABELA 10). Como foi verificado no meio biótico o uso dos agrotóxicos, apesar de representar economia para a propriedade, no combate às pragas que atacam a cultura agrícola, têm impactos negativos à saúde das pessoas. Vale ressaltar que esses impactos negativos são permanentes e requer uma análise aprofundada de riscos. Segundo propostas legislativas o termo agrotóxico deve ser substituído por defensivos agrícolas ou produtos fitossanitários (GRIGORI, 2019).

Os demais quesitos causam pouco ou nenhum impacto ao meio antrópico na Usina III, uma vez que a empresa tem sua colheita totalmente mecanizada e produz subprodutos com os resíduos da produção. As atividades desenvolvidas nesta Usina geram empregos para funcionários do Estado de Minas Gerais, pessoas essas que sustentam a sua família através da renda do seu emprego. Além disso, as atividades produtivas do empreendimento demandam aquisição e reposição de peças, insumos e serviços, que de uma maneira geral são adquiridos em Paracatu.

A UNICA (2017) enfatiza com referência somente à bioeletricidade da cana, que o setor sucroenergético detém hoje em torno de 77% da potência outorgada no Brasil em relação às fontes biomassas, sendo a terceira fonte de geração mais importante da nossa matriz elétrica em termos de capacidade instalada, atrás somente da fonte hídrica e das termelétricas com gás natural. Trata-se de energia limpa, renovável e de tecnologia totalmente nacional e gera renda

às indústrias. Outro fator positivo é que a produção de energia nas usinas durante a safra sucroalcooleira coincide com a época de menor pluviosidade.

Tabela 10 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina III, sob o aspecto meio Antrópico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO ANTRÓPICO				
		Infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Geração de empregos
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	3	-2	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	3
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	3	0	3	3
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0	0	3
	Acidentes	0	0	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	0
	Água s residuais	0	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	3	0	3	4
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	3	0	0	3
	Obtenção do bagaço da cana	0	3	0	0	3
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	3
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	3	0	0	4
	Geração de vapor	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Em síntese, as hipóteses de impactos ambientais atribuídos à Usina III, alguns foram nulos ou considerados insignificantes. Os maiores impactos negativos foram observados na contaminação do solo e dos recursos hídricos pelo uso de agrotóxicos e adubação química,

seguidos pela supressão vegetal que acarreta erosão do solo e atinge o habitat natural dos animais da região. A usina III, adota diversas medidas mitigatórias no intuito de minorar os impactos negativos.

Anualmente, é realizado monitoramento das emissões atmosféricas na saída da chaminé, sendo constatado que se encontra dentro dos limites estabelecidos. Foi criado dentro da empresa, um centro de triagem, onde os resíduos como plásticos, papel, lixo orgânico e industrial, são separados para destinação final. Os que não são reutilizados pela Usina ou nas áreas de cultivo, são encaminhados para empresas especializadas. Quanto aos impactos positivos, destaca-se a oferta de emprego e geração de energia. A Usina possui uma relação de cordialidade com a população ao entorno do empreendimento, onde prioriza a contratação de mão de obra local.

4.1.4 Estudo de caso 4

A usina IV, está localizada no município de João Pinheiro e tem como maior impacto negativo no meio físico, na etapa do plantio da cana-de-açúcar pelo uso de agrotóxicos (-3) e adubação química (-2) (TABELA 11). Estes impactos atingem diretamente as nascentes de água, áreas pantanosas e solo. O risco de contaminação do solo e recursos hídricos em decorrência da fertirrigação com vinhaça e aplicação de insumos agroquímicos é passível de ocorrer e merece destaque. Nestas áreas, há a possibilidade de contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, dependendo da profundidade do nível de água e das doses aplicadas.

Há ainda a geração de esgotos sanitários na Usina IV a partir da utilização das instalações sanitárias das residências, alojamentos e oficinas. Alguns resíduos gerados pelo processamento da cana-de-açúcar são utilizados no processo produtivo agrícola das fazendas, por serem ricos em nutrientes e matéria orgânica, por exemplo, a vinhaça e as águas residuárias.

Tabela 11 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina IV, sob o aspecto meio físico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO FÍSICO								
		AR			RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO(SOLO)		
		Odores	Partículas sólidas	Gases e vapores	Contaminação	Nascentes de água	Áreas pantanosas	Contaminação do solo	Erosão do solo	Empobrecimento do solo
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	-2	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0	0	-3	-3	-2	0	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colheita da cana-de-açúcar	Queima da cana-de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	-2	0	0	0	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparo da cana-de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
Extração do caldo da cana-de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases e vapores através do balão de flash	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	-2	0	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	-2	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Na etapa de tratamento e processamento geral da cana, foram observadas a contaminação dos recursos hídricos pela geração da torta de filtro (-3) e uso de produtos para manutenção e lavagem de máquinas e equipamentos e veículos (-3).

A Usina IV produz energia para consumo próprio, sendo este um aspecto positivo para a usina. Conforme informa Novacana (2014) essa fonte energética possui vantagens adicionais, como a geração de renda e de emprego no campo, estímulo à indústria de bens de capital e poupança de divisas – coeficiente de importação é próximo de zero, dispensando tanto a importação de equipamentos como a de combustíveis. A vantagem ambiental em relação às usinas termelétricas movidas a óleo combustível é a maior entre todas as formas de geração que estão atualmente disponíveis em larga escala.

O meio biótico onde a usina IV está instalada, foi impactado negativamente em maior grau, durante o plantio da cana pela supressão da vegetação natural (-4), para diminuição da diversidade e fuga ou extinção de animais (-3) (TABELA 12). Ainda, como enfatiza Franco et al. (2016), os processos de cultivo da cana-de-açúcar e seu transporte dos canaviais até a sua destinação final implicam na movimentação de máquinas, pessoas e caminhões na área agrícola, com o consequente aumento dos níveis de pressão sonora sobre a fauna dos remanescentes de vegetação nativa. Também é na etapa de plantio que os animais são atingidos pelo uso de agrotóxicos. O uso intensivo desses químicos afeta negativamente a abundância, diversidade e saúde de comunidades de animais terrestres.

Durante a operação do empreendimento, ocorre o aumento do tráfego para o transporte da cana-de-açúcar, insumos e resíduos, aumentando consequentemente a probabilidade de atropelamento nas estradas vicinais que dão acesso ao empreendimento. Algumas espécies mais sensíveis de aves e mamíferos tendem a reduzir suas atividades ou mesmo a abandonar locais onde os níveis de ruídos ultrapassam certos limites.

Tabela 12 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina IV, sob o aspecto Meio Biótico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO BIÓTICO FAUNA/FLORA		
		Diminuição da diversidade	Animais	Vegetação
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	-2	0
	Supressão da vegetação natural	-4	-4	-3
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	2	2
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0
	Acidentes	0	-2	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0
	Material particulado	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

O meio antrópico, como foi observado nos estudos de casos anteriores, é também o que mais impactos positivos apresentou (TABELA 13). Considerando-se a natureza dos trabalhos requeridos para a operação da área agrícola da Usina, pode-se identificar como principal impacto positivo e de curto prazo que afetará diretamente as pessoas na área de influência do empreendimento, a oferta de empregos para a execução dos serviços.

Tabela 13 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina IV, sob o aspecto Meio Antrópico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO ANTRÓPICO				
		Infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Geração de empregos
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0	0	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	0
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	2	2	3	3	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	-2	-2	0
	Acidentes	0	0	-3	-2	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0	0	3
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	3
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0	0	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Durante a operação, a geração de empregos e renda decorre de dois aspectos centrais: pagamento de salários para o trabalhador e contratação de serviços e aquisição parcial de bens e serviços locais para suprir demandas do empreendimento.

Quanto aos impactos negativos, estes foram observados na etapa de transporte da cana-de-açúcar, onde a saúde e qualidade de vida são afetados pelas partículas de poeira e acidentes

em decorrência da operação de máquinas e veículos. Apesar do risco de acidentes, a colheita mecanizada tem impacto positivo sobre a qualidade de vida dos trabalhadores.

Em análise aos prováveis impactos ambientais causados pela usina IV, nota-se que alguns não caracterizaram efeitos negativos e outros foram considerados insignificantes do ponto de vista ambiental. Na relação dos principais efeitos negativos, evidencia-se a supressão vegetal, o uso de agrotóxicos e resíduos sólidos. Alguns destes, como a palha, a usina mantém sobre o solo como proteção contra processos erosivos, servindo ainda como fonte de nutriente para o solo. No tocante ao uso de agrotóxicos e adubos químicos, estes são feitos sobre prescrição e acompanhamento agrônomo, onde são adotadas medidas para evitar danos ao meio ambiente. Percebe-se que a usina se propõe a efetuar medidas mitigatórias em função de diminuir os impactos oriundos da produção.

É notável que a Usina IV tem importância social para a região, pela geração de emprego e qualificação de pessoal, com prioridade para os moradores locais, além da arrecadação de impostos que impulsiona a economia regional.

4.1.5 Estudo de caso 5

A usina V, também localizada no município de João Pinheiro, apresentou maior impacto negativo no meio físico, no processamento da cana-de açúcar pela contaminação dos recursos hídricos provocados pelos produtos usados na manutenção das máquinas e equipamentos (-4) e no uso de agrotóxicos (-3) (TABELA 14). Todavia, a empresa utiliza o controle biológico para alguns tipos de praga, sendo este um aspecto positivo no plantio da cana.

Quanto à destinação dos resíduos como graxas, óleos lubrificantes e correias originados das máquinas e equipamentos, conforme determina Brasil (2010) sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, a responsabilidade de tratamento de resíduos é compartilhada, ou seja, o fabricante, o distribuidor, o varejista e até mesmo o consumidor são corresponsáveis pela correta destinação dos resíduos gerados após a utilização de quaisquer produtos.

Tabela 14 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina V, sob o aspecto meio físico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO FÍSICO								
		AR			RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO(SOLO)		
		Odores	Partículas sólidas	Gases e vapores	Contaminação	Nascentes de água	Áreas pantanosas	Contaminação do solo	Erosão do solo	Empobrecimento do solo
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	-2	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	-3	-3	-3	0	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	-2	-1	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	-4	0	0	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	-2	0	-2	0	0	0	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	-3	0	0	0	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	-2	0	-2	0	0	0	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	-2	0	0	0	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	-2	-2	-2	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Na Usina X, estes resíduos são acondicionados em tambores metálicos ou bombonas plásticas em abrigo específico construído na empresa, para sua posterior comercialização com agentes coletores, os quais promovem o seu re-refino. Assim como os óleos, a sucata metálica é comercializada com empresa especializada na reciclagem deste resíduo, promovendo o seu reaproveitamento e comercialização.

As lâmpadas, baterias e outros resíduos que não podem ser dispostos no aterro sanitário, ficam acondicionados em um depósito temporário para resíduos perigosos, para posteriormente serem destinados a empresas especializadas na coleta e destinação final destes resíduos.

Quanto ao uso de agrotóxicos, Minas Gerais ultrapassou a média nacional relativa ao aumento do universo de propriedades rurais que passaram a usar os defensivos agrícolas nas plantações nos últimos 11 anos, com base no Censo Agropecuário 2017, feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). No estado, esse número de estabelecimentos cresceu 60% frente ao censo de 2006, enquanto no Brasil houve crescimento de 20%.

Na etapa de transporte da cana e na distribuição do açúcar e do etanol, o impacto significativo (-3) está nas partículas de poeira que atinge o ar e os recursos hídricos. Além da emissão da poeira fugitiva como fonte difusa, a movimentação de veículos e máquinas movidos à diesel podem gerar fumaça preta para a atmosfera, sendo resultado da queima incompleta de combustível. É composta basicamente por carbono (fuligem) e partículas que causam graves danos ao meio ambiente e à saúde, como irritação nos olhos e garganta, redução da resistência às infecções, além de doenças crônicas que colocam em risco a saúde dos trabalhadores que laboram próximos a estes veículos (motoristas, assistentes, operários).

No preparo da cana e no tratamento do açúcar e álcool, foi identificada a contaminação das nascentes de água (-2), durante a limpeza da cana, nas águas residuárias e geração da torta de filtro. Os efluentes líquidos de origem industrial são provenientes do descarte de água de diversos setores e processos produtivos. Tal descarte faz-se necessário para a manutenção da qualidade da água mantida em circuito fechado na indústria. Após descartado, o efluente líquido, denominado águas residuárias, é encaminhado ao reservatório exclusivo de águas residuárias, para posterior encaminhamento ao sistema de fertirrigação. Ressalta-se que, além deste descarte, em determinados setores industriais ocorre a perda de água para a atmosfera através da evaporação, principalmente no setor de resfriamento (torres de resfriamento, tanque spray e válvulas de alívio).

A avaliação do meio biótico da usina V, apresentou impactos negativos pela adubação química, uso de agrotóxicos (-3) (TABELA 15).

Tabela 15 - Resultados da avaliação da Matriz da Usina V, sob o aspecto Meio Biótico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO BIÓTICO		
		FAUNA/FLORA		
		Diminuição da diversidade	Animais	Vegetação
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	-3	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	-3	-3	0
	Supressão da vegetação natural	-3	-3	0
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	0	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0
	Acidentes	0	0	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	0
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0
	Material particulado	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	-3	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Esse impacto pode gerar danos aos animais e perda da diversidade, uma vez que há a contaminação do solo e dos recursos hídricos, contudo o controle biológico utilizado pela empresa ameniza este impacto. Não se pode esquecer que o Brasil é atualmente o maior consumidor mundial de agrotóxicos (BELMONTE, 2018) e, conseqüentemente, deve arcar com os respectivos efeitos sobre a saúde da população e da biota.

Outro impacto atribuído de forma relevante foi a supressão vegetal natural (-3). Estas atividades causam diminuição da diversidade e perda ou fuga de animais. Os estudos de Bennet e Saunders (2010) apontam que as consequências da perda de *habitat* e da fragmentação não ocorrem como um simples e único evento, mas sim resultam ao longo de vários anos, na medida em que os *habitats* restantes são destruídos, reduzidos ou fragmentados, assim como também as paisagens são modificadas pelas novas formas de uso do solo ou pelo aumento populacional em uma região.

Dessa forma, entende-se que a expansão da monocultura da cana-de-açúcar, modifica o *habitat* natural, contribuindo para que os animais migrem para outras áreas. Além disso, o tráfego de veículos e máquinas, dentro da usina acabam causando a morte destes animais por atropelamentos.

O aspecto negativo apresentado no meio antrópico da usina V, foi evidenciado pelo risco de acidentes durante o transporte da cana-de-açúcar (TABELA 16). As demais etapas da produção apresentaram impactos positivos pela colheita mecanizada, geração de emprego e renda e geração de energia limpa e renovável.

No geral, as estruturas para armazenamento temporário dos resíduos gerados no empreendimento, possuem medidas de controle ambiental adequadas, sendo pavimentadas edotadas de cobertura, de forma a evitar o ingresso de águas pluviais e possíveis contaminações no solo.

Em resumo aos impactos ponderados para a Usina V, constata-se que muitos não se consolidaram e outros não acarretaram prejuízos ao meio ambiente. Os impactos negativos receberam medidas mitigatórias ou atenderam às condicionantes impostas pelo órgão fiscalizador. A empresa faz monitoramentos periódicos em vários setores, desde a lavoura até a fase final da industrialização, por exemplo o monitoramento das águas superficiais, dos seus efluentes líquidos sanitários e efluentes industriais que são encaminhados para as caixas separadoras de água e óleo (CSAO), para fins de avaliação da eficiência dos sistemas de controle implantados na usina.

Tabela 16 – Resultados da avaliação da Matriz da Usina V, sob o aspecto Meio Antrópico

ETAPAS	ATIVIDADES IMPACTANTES	MEIO ANTRÓPICO				
		Infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	Geração de empregos
Plantio da cana de açúcar	Adubação química	0	0	0	0	0
	Uso de agrotóxicos (pragas)	0	0	0	0	0
	Supressão da vegetação natural	0	0	0	0	3
Colheita da cana- de-açúcar	Queima da cana- de-açúcar	0	0	0	0	0
	Colheita mecanizada	0	3	3	3	0
Transporte da cana-de-açúcar	Partículas de poeira	0	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	3	-3	0
Preparo da cana- de-açúcar	Lavagem da cana-de-açúcar (limpeza)	0	0	0	0	0
	Águas residuais	0	0	0	0	0
Tratamento p/açúcar e álcool	Geração da torta de filtro e alguns metais	0	0	0	0	0
Processamento geral da cana de açúcar	Consumo de energia elétrica	0	0	0	0	0
	Manutenção com uso de óleos, graxas, entre outros nas máquinas	0	0	0	0	3
	Resíduos gerados das máquinas (correias, graxas, óleos, entre outros)	0	0	0	0	3
Extração do caldo da cana- de-açúcar	Moenda da cana	0	0	3	0	3
	Obtenção do bagaço da cana	0	0	0	0	0
Tratamento físico do caldo	Centrifugação do caldo	0	0	0	0	3
Tratamento químico do caldo	Adição de ácido fosfórico ao caldo e leite de cal	0	0	0	0	3
	Eliminação de gases evapores através do balão de flash	0	0	0	0	2
Decantação	Adição de polímero floculante sintético	0	0	0	0	3
Filtração do lodo com resíduo	Recuperação do açúcar	0	0	0	0	0
	Adição de leite e decantação leite filtrado	0	0	0	0	0
Esterilização do caldo puro	Aquecimento do caldo	0	0	0	0	3
Fermentação alcoólica	Adição de catalisador	0	0	0	0	0
Destilação alcoólica	Utilização de água	0	0	0	0	0
Geração de energia	Queima do bagaço	0	0	0	0	0
	Material particulado	0	0	0	0	0
	Geração de vapor	0	0	0	0	0
Armazenamento e distribuição	Deslocamento veicular	0	0	0	0	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Sinal (+) Impacto positivo, (-) Impacto Negativo; Quantitativo: (0) Nenhum Impacto; (1) Desprezível; (2) Baixo Grau; (3) Médio Grau; (4) Alto Grau e (5) Muito Alto.

Além da pressão sonora sobre os funcionários que laboram pelo pátio industrial, a empresa realiza um monitoramento dos ruídos nos limites externos ao empreendimento, para avaliação destes na sua vizinhança imediata. O ponto positivo de grande relevância ambiental, trata-se do controle biológico, que agrega vários benefícios, inclusive proporcionando menor custo de produção. Outrossim, a usina é geradora de empregos aos moradores da região, aumentando a qualidade de vida da população.

Por se tratar de uma atividade industrial que altera o ambiente natural, deve-se considerar os pontos positivos e negativos, não só relacionados ao meio ambiente, mas também às relações socioeconômicas. É a interação destes elementos que compõem a base do desenvolvimento sustentável.

4.2 Análise conjunta da Avaliação de impactos ambientais

Ao realizar uma análise conjunta das cinco usinas pesquisadas, observa-se que o impacto negativo de maior relevância teve incidência na etapa de plantio da cana-de-açúcar, ou seja, pelo uso de agrotóxicos nas lavouras. Apesar de três usinas (usinas II, III e V) praticarem o controle biológico para alguns tipos de pragas, o uso dos agrotóxicos tiveram peso na avaliação dos impactos ambientais causados pelo setor sucroenergético. Nesse sentido, o meio físico foi o mais impactado, pela contaminação do solo e dos recursos hídricos. Em todos os estudos de caso da presente pesquisa, constatou-se que as empresas se preocupam em usar de forma adequada os agrotóxicos, com prescrição e acompanhamento de agrônomos. Os agrotóxicos são armazenados em locais adequados, com boa ventilação, piso cimentado, telhado sem goteiras e com acesso restrito. Após o seu uso, as embalagens são lavadas e ficam armazenadas em local próprio até serem devidamente recolhidas para a destinação final.

Os efeitos nocivos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente e à saúde humana foram reconhecidos através da obra de Rachel Carson intitulada “Primavera Silenciosa” (CARSON, 1962). Partindo da premissa que o controle biológico é eficaz, reduz os custos da produção e não há riscos de toxicidade para homem, nem para o meio ambiente, resta-nos a indagação do porquê se usa tanto agrotóxicos no Brasil?

No Brasil, segundo Schiesari e Grillitsch (2011), são utilizadas 225 formulações de agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar, em 2011, com aproximadamente 50% deles classificados como altamente perigosos, especialmente para organismos aquáticos. Dentre as diferentes classes que compõem o grupo dos agrotóxicos usados pelo agronegócio sucroalcooleiro, os herbicidas e os inseticidas são os mais usados (IBAMA, 2014). Sendo assim, apesar de todas as medidas de segurança serem tomadas pelas empresas, o risco de contaminação das nascentes de água e do solo são consideráveis. Esses defensivos podem

atingir os animais da região dos cultivos, principalmente os entram em contato direto com as plantas, como os polinizadores.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar também ajuda na eliminação de ervas daninhas do canavial, pois a palha mantida sobre o solo impede a germinação e o estabelecimento de espécies com poucas reservas armazenadas na semente, o que diminui a dependência de herbicidas, o que corrobora com Ferreira et al. (2010) e Santiago e Rossetto (2016).

Além da contaminação pelos defensivos, ainda é preciso mencionar os adubos químicos. As usinas estão localizadas numa região onde predomina o cerrado, fato que justifica o uso de fertilizantes para corrigir as deficiências do solo e garantir uma boa produção. Com a industrialização da agricultura, pode-se notar a subordinação da natureza ao capital. O estudo de Santos e Oliveira (2018) vem ao encontro destes resultados quando mostram que tecnologia permitiu ao homem desenvolver ações dissonantes do ciclo natural do cerrado, ou seja, com a modernização, pode-se alcançar até três safras anuais na região.

A utilização dos resíduos orgânicos como fertilizantes é uma forma de diminuir o uso de adubos químicos, a exemplo da torta de filtro, fuligem dos lavadores de gases das chaminés, além da vinhaça e águas residuárias. A vinhaça, em especial, possui grande quantidade de potássio, melhorando a qualidade do plantio da cana, porém em grandes doses podem ter um impacto severo no solo, nas águas superficiais e subterrâneas. Nos estudos de caso em questão, ficou demonstrado que a utilização destes resíduos ocorre de forma prescrita e monitorada por agrônomos. Os estudos que tratam da influência da vinhaça e suas alterações na água subterrânea, ainda são escassos, verificando-se maior ênfase à caracterização do solo e às alterações na vegetação após sua aplicação.

A crescente preocupação mundial por fontes de energias renováveis e menos impactantes ao planeta, tem impulsionado a produção do etanol e pressionado os setores de bicomcombustíveis para o desenvolvimento de novas técnicas. Não há dúvidas de que o etanol é uma excelente alternativa para substituir os combustíveis fósseis, todavia é essencial que toda cadeia produtiva garanta metas de sustentabilidade.

Outro impacto com grau de médio a alto, observado nos estudos sobre as cinco usinas da região, foi demonstrado pela supressão da vegetação natural. Neste caso, entre 2004 e 2014 se constata uma veloz expansão das lavouras de cana no Noroeste, com um crescimento de mais

de 600% da área cultivada, relativamente o maior entre as regiões canavieiras do estado, passando de 8.770 hectares a 61.453 hectares (IBGE, 2014).

O diretor da Federação dos trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais (FETAEMG) e ex conselheiro do COPAM Noroeste, em 2011, apontou alguns fatores que justificaram o avanço do cultivo da cana na região (FETAEMG, 2011). Segundo FETAEMG (2011), três fatores influenciaram a vinda do setor sucroenergético para o noroeste: a) o preço baixo da terra; b) o teor de sacarose da cana produzida na região que aumenta a produção de açúcar; e c) a mão-de-obra mais barata. Na região do Entre Ribeiros, onde está localizada duas das usinas pesquisadas (usinas I e III), foi verificado desmatamento extensivo de áreas de cerrado e o uso intensivo de água para a irrigação.

Neste contexto, as áreas nativas do cerrado foram substituídas pelas lavouras de cana-de-açúcar, com disputas pelo uso dos recursos hídricos. Além da aquisição, há ainda, os arrendamentos de terras, que é uma prática comum adotada pelos empresários para atender à demanda de matéria-prima das usinas. Geralmente as empresas procuram terras próximas à planta industrial, para otimizar o transporte e com área acima de 200 hectares, atraindo os proprietários de médio porte a firmarem contratos de arrendamento com duração média de quinze anos. Essas parcerias acabam sendo economicamente mais viáveis, frente a instabilidade do mercado e a falta de recursos desses produtores. E assim, a vegetação nativa vai sendo suprimida pela monocultura, substituindo a diversidade e alterando o mosaico que era desenhado pelo cerrado.

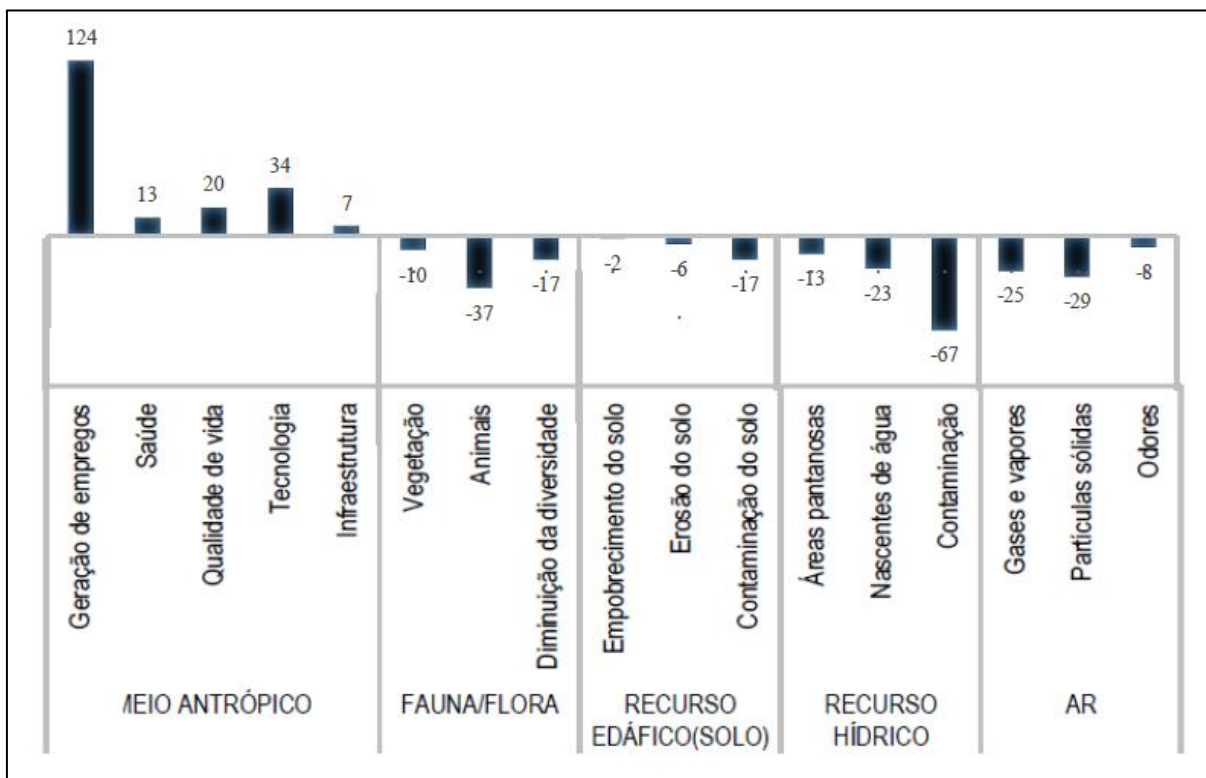
Não obstante ressaltar que a instalação das usinas trouxe benefícios socioeconômicos para a região, como foi demonstrado através da avaliação das matrizes de interação. A geração de empregos foi o maior impacto positivo apontado no estudo. Mesmo algumas demonstrando o risco de acidentes como fator negativo para a qualidade de vida, em todas elas, a oferta de empregos para a região foi relevante.

A geração de energia renovável, caracterizado como importante impacto positivo nas usinas, tem destaque para a economia da região. O diretor da União das Indústrias de Cana-de-Açúcar (Única) em 2013, Sérgio Prado, explica que a época da seca - entre abril e novembro - acontece justamente no período em que as usinas de São Paulo e Minas Gerais estão moendo a cana para produzir açúcar e etanol e, conseqüentemente, gerando energia elétrica através da queima do bagaço (PRADO, 2013). Dentre as usinas desta pesquisa, algumas disponibilizam energia para o

mercado (usinas I e III) mas todas produzem o suficiente para o consumo. Este fato também é defendido por Campos (2017, texto digital), presidente da SIAMIG, quando afirma que “Na bioeletricidade, há um potencial técnico enorme: além de existirem usinas que ainda não exportam bioeletricidade, há subaproveitamento da palha da cana e do biogás, que podem ser complementares ao bagaço já utilizado”.

Os resultados revelam que as usinas sucroenergéticas do noroeste de Minas gerais, segundos os respondentes, que o Meio Físico, em especial, na contaminação de recursos hídricos (FIGURA 6). Além disso, esta contaminação ocorreu, em especial, na atividade de plantio da cana de açúcar (1). O uso de agrotóxicos é um dos mais graves fatores de deterioração dos recursos hídricos (AZEVEDO; MONTEIRO, 2011).

Figura 6 – AIA pelo método combinado no meio físico, biótico e antrópico

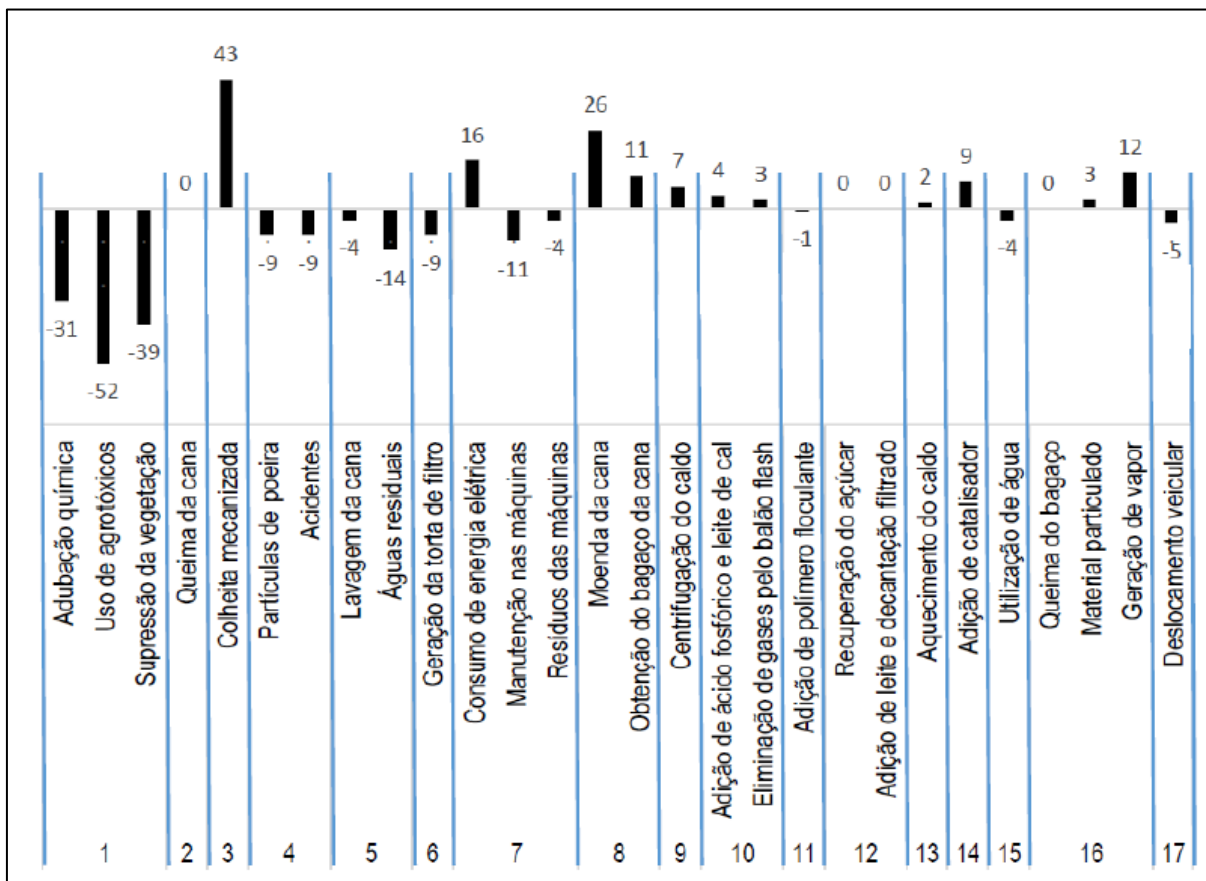


Legenda: As respostas dos respondentes foram somadas por meio avaliado

Outro impacto registrado ocorreu no meio Fauna e Flora em relação aos animais (FIGURA 6) e que também ocorreu no processo de plantio da cana de açúcar, conforme Figura 7. No meio antrópico o impacto positivo mais proeminente registrado pelos respondentes ocorreu na geração de empregos, tecnologia e qualidade de vida (FIGURA 6). Estes impactos ocorrerem, em especial, nas atividades de processamento, extração, tratamento físico e químico,

e da decantação, em função da necessidade de mão de obra necessária para industrializar a cana de açúcar (FIGURA 7).

Figura 7 – AIA pelo método combinado das atividades realizadas pelas usinas sucroenergéticas



Fonte: Elaborado pelos autores

Legenda: Os processos das atividades são representadas por (1) Plantio, (2) Colheita, (3), (4) Transporte, (5) Preparo da cana- de-açúcar, (6) Tratamento p/açúcar e álcool, (7) Processamento geral da cana de açúcar, (8) Extração do caldo da cana- de-açúcar (9) Tratamento físico do caldo, (10) Tratamento químico do caldo, (11) Decantação, (12) Filtração do lodo com resíduo, (13) Esterilização do caldo puro, (14) Fermentação alcoólica, (15) Destilação alcoólica, (16) Geração de energia (17) Armazenamento e distribuição.

Em 2016, o setor mineiro contou com cerca de 174 mil trabalhadores diretos e indiretos (SEBRAE, 2016), além disso, o complexo sucroalcooleiro respondeu por 16,8% do PIB do Agronegócio Mineiro (MINAS GERAIS, 2017).

4.3 Discussão dos principais resultados

Frente aos principais resultados demonstrados através desta dissertação, torna-se imperativo apresentar algumas medidas que poderiam aplacar os impactos ambientais causados

pelo setor sucroenergético na região Noroeste de Minas Gerais. Em consideração ao principal impacto levantado, evidenciado pelo uso de agrotóxicos, o controle biológico deveria ser adotado por todas as usinas. Ao encontro desta informação é a fala de Harley Nonato de Oliveira, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, que “[...] no controle biológico, somente o alvo (a praga) é combatido, por isso o risco ambiental é mínimo, não deixando resíduos tóxicos em alimentos, água e solo.” (OLIVEIRA, 2018, texto digital).

Nas usinas pesquisadas, foi possível notar que a demanda da produção, foi um dos obstáculos ao uso do controle biológico, uma vez que este exige persistência e paciência por parte do agricultor. Outro fator citado foi a condição climática que nem sempre é favorável e requer maior cuidado, pois sua utilização deve estar associada a uma fase específica da praga. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é um conjunto de medidas usado para otimizar o controle de pragas agrícolas, doenças e plantas daninhas, visa controlar epidemias de pragas e desenvolver a produção mantendo a conservação das áreas cultiváveis.

Alguns parasitoides se alimentam da própria praga são de fácil manipulação e possuem baixo custo. Nesse sistema, que associa o ambiente da lavoura à dinâmica populacional de pragas, o produtor deve lançar mão das boas práticas agrônômicas, para manter a quantidade de lagartas em níveis abaixo daqueles capazes de causar danos econômicos. O MIP também busca manter o equilíbrio do ecossistema e minimizar os riscos ambientais. Sugere-se que o controle biológico traria benefícios, o principal deles para a saúde humana e o ambiente, em consequência a diminuição dos custos da produção.

No fator adubação química, a região Noroeste de Minas Gerais, onde estão implantadas as usinas deste estudo, trata-se de cerrado. O cultivo em solos de cerrado requer cuidados especiais, em função de sua baixa fertilidade natural, sendo necessário corrigir a acidez e fertilidade do terreno. A alternativa seria o sistema de cultivo orgânico que exige um manejo adequado do solo. Aliás, os resíduos da cana são excelentes fontes de adubação. O processamento da cana-de-açúcar pelas usinas, gera uma quantidade significativa de subprodutos como a vinhaça, torta de filtro, cinzas de caldeira e bagaço.

A palha é também fonte de matéria orgânica que vai enriquecer o solo com os anos de deposição dela sobre as áreas de plantação. A destinação correta de resíduos da agroindústria é um assunto amplamente discutido em razão da grande quantidade produzida no território brasileiro, resultado da expansão do setor e de sua capacidade de influenciar negativamente a

qualidade de solos e recursos hídricos quando mal manejados, o que corrobora com Vendrúsculo et al. (2017). Se utilizados de forma correta e em quantidade apropriada, tornam-se uma alternativa de nutrientes para o solo, não sendo restrito ao cultivo da cana, mas para a nutrição do solo como um todo.

A torta de filtro, além de contribuir para as características químicas e físicas do solo, também contribui para a melhoria das características biológicas, aumentando a atividade microbiológica do solo (GONZALES et al., 2014). O mesmo autor também observou que a aplicação de torta de filtro no solo proporcionou aumento na população de fungos e microrganismos solubilizadores de fosfatos no solo. O que também está alinhado com o “Estudo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), da USP, que sugere vantagens econômicas, ambientais e sociais do uso de insumos orgânicos na adubação, em detrimento do convencional tratamento mineral.” (BROCANELLI, 2016, texto digital).

Em referência à supressão vegetal provocada pelo desmatamento em função da monocultura da cana-de-açúcar, as medidas mitigadoras são bastante frágeis, resumindo em respeitar as reservas legais e implantação de cinturão verde no entorno do estabelecimento industrial. Uma forma de minorar este impacto, seria a compensação ambiental através de criação de parques florestais. No município de Paracatu, foi criado um parque estadual, onde a vegetação do cerrado está sendo preservada, além de plantio de espécies de frutos e árvores nativas. A criação do Parque Estadual de Paracatu é uma das condicionantes estabelecidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) no licenciamento ambiental do projeto de expansão da Mina Morro do Ouro, localizada no mesmo município. A criação de um parque florestal no município de João Pinheiro, seria muito recomendada, uma vez que se trata da localidade mais desmatada da região, onde está localizada quatro (usinas I, II, IV e V), das cinco usinas pesquisadas.

Ainda há que se considerar a demanda pelos recursos hídricos, uma vez que na indústria suroenergética a grande quantidade de água utilizada é um fator preocupante. Segundo dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo [CETESB] (2002) para cada 1.000 ton de cana são necessários 16,6 mil m³ de água e durante o processamento da cana são geradas 17,1 mil m³ de águas residuárias. O reuso dessa água é de suma importância para reduzir o volume de água doce retirada dos rios. Em especial, na região Noroeste de Minas Gerais, a irrigação através de pivôs acarreta um grande impacto nos recursos hídricos.

No que se refere aos impactos positivos observados pelo presente estudo, a geração de emprego destacou-se como o fator principal. Com efeito, as usinas pesquisadas, por unanimidade, declararam que dão prioridade à mão de obra local, proporcionando qualificação profissional aos seus trabalhadores. As empresas trabalham com limites de segurança em suas operações, observando todas as normas vigentes, dentre elas inspeção do Corpo de Bombeiros na prevenção e combate a incêndio e pânico.

A bioenergia, outro fator de grande importância no setor, agrega para as usinas a solução de um problema, que no caso trata-se da destinação do bagaço, a produção de energia para o consumo e geração de renda para as usinas que vendem o excedente da produção. A biomassa oriunda do bagaço da cana-de-açúcar é uma alternativa de energia renovável com potencial para complementar a geração de energia proveniente da hidrelétrica do País. A produção dessa energia ocorre justamente no período da estação seca, em que os reservatórios se encontram no nível mais baixo. Ressalte-se que a região Sudeste concentra o maior número das unidades industriais gerando energia elétrica através da biomassa próxima aos grandes centros consumidores de energia (TATONI; ROCHMAN, 2012).

Para a região Noroeste de Minas Gerais as Usinas representam importância na captação de impostos, além de fomento ao comércio e melhoria econômica da população que vive no entorno das empresas.

5 CONCLUSÃO

Neste sentido, o estudo objetivou mensurar os impactos ambientais, sociais e econômicos, gerados pelas usinas sucroenergéticas da Região Noroeste de Minas Gerais, demonstrando o grau do impacto oriundo de cada atividade do processo de produção de açúcar, etanol e energia. Os níveis de impactos foram avaliados pelo grau de intensidade, de forma que (0), representa nenhuma e (5), representa muito alto, sendo estes positivos ou negativos.

Dentre as atividades desenvolvidas nas etapas de produção, foram apontadas as que mais apresentam riscos de impactos ambientais, avaliando e apresentando medidas mais sustentáveis para aquelas que têm impactos negativos. Ponderando sobre cada caso especificamente, como o potencial produtivo, manejo, destinação de resíduos e utilização de recursos hídricos. Partindo dos resultados apresentados, foi feita uma comparação entre os aspectos positivos e negativos no que tange aos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Dado o exposto, entende-se que as cinco usinas da região Noroeste de Minas Gerais, causam vários impactos ambientais e todos atingem o ecossistema. Analisando os resultados demonstrados pelas matrizes, chega-se à conclusão que a etapa mais impactante é a do plantio da cana-de-açúcar. É nesta etapa que os índices foram mais pontuados em todas as usinas pesquisadas. O grau de impacto negativo, foi em sua maioria considerado médio (-3), que pode ser justificado pelo uso de mais tecnologia por parte das empresas, como por exemplo a colheita mecanizada. A região de cerrado, onde estão localizadas as referidas usinas, possui uma grande biodiversidade e é ecologicamente e biologicamente relevante. Ressaltando que o cerrado é o segundo maior bioma do país. Porém, para a agricultura, o solo do cerrado é normalmente ácido, devido à presença de altos níveis de alumínio. Com a falta de nutrientes e acidez excessiva, os produtores utilizam técnicas como a calagem (adubação da terra com cal), para

corrigir o solo, daí a primeira ação impactante modificadora do ambiente. Somados a isso, chegam os agrotóxicos, o desmatamento, o uso abusivo dos recursos hídricos para irrigação, dentre outros, que vão contaminando o solo, as nascentes de água e o próprio homem. Sem contar a transformação da vegetação nativa em grandes áreas de monocultura.

É de entendimento pacífico o fato de que o etanol é menos poluente que a gasolina ou óleo diesel, mas ainda assim é um poluente, que produz em média 25% menos monóxido de carbono e 35% menos óxido de nitrogênio (NO) que a gasolina. Segundo projeções, em 2050 teremos o dobro de automóveis no mundo e o etanol pode reduzir o impacto ambiental diminuindo a emissão de gases do efeito estufa em 70%. Tem-se ainda a produção de energia limpa e renovável que abre um campo promissor para as futuras gerações, levando pesquisa e tecnologia para o interior do Brasil.

Percebe-se que o desenvolvimento industrial na região Noroeste de Minas, trouxe ganhos econômicos para a população e para os municípios. Todavia é imprescindível que o desenvolvimento socioeconômico aconteça com menos perdas ambientais. Através do estudo pode-se concluir que as boas práticas são possíveis para a indústria sucroenergética, talvez precisem de mais conscientização para serem efetivadas. Investir em pesquisas para o controle biológico, recuperar áreas degradadas, recompondo a vegetação, reutilização dos resíduos, encaminhar materiais para a reciclagem, além de promover conscientização ambiental entre os trabalhadores. Qualquer ação que vise mitigar ou aplacar os impactos ambientais serão de extrema importância para a sobrevivência do planeta.

Em virtude dos fatos apresentados, entende-se que o grau de impactos negativos gerados pelas usinas constantes desta pesquisa, foram classificados como de médio grau, sendo que as empresas demonstraram preocupação e interesse em diminuir e compensar os danos causados ao ambiente. Já as questões sociais e econômicas foram avaliadas em médio a alto grau positivo, destacando-se que o aspecto melhor avaliado foi para a geração de emprego e renda da população. A geração de energia é um fator de grande importância frente à crise energética do país. Acredita-se que este potencial deve ser melhor aproveitado pelas usinas, uma vez que apenas duas delas vendem o excedente no mercado. Investir em estudos e pesquisas para aprimorar esta capacidade será de grande utilidade.

Cabe aqui, manifestar que ficou clara a importância destas usinas para a economia da região. Contudo, também ficou claro que é preciso diminuir o uso de agrotóxicos e adubação

química nas lavouras, bem como discutir sobre a utilização dos recursos hídricos de forma consciente e moderada. O controle biológico foi eficiente e pode ser melhor utilizado, a partir de pesquisas que especifiquem o cultivo da cana-de-açúcar.

Será de grande valia para a região que os estudos apresentados, possam ser considerados pelas usinas, como forma de aplacar os impactos negativos e ampliar os impactos positivos. A Região Noroeste de Minas Gerais é destaque na produção de grãos e a cana de açúcar veio a compor a região como fronteira agrícola. Além deste potencial, a região também é rica em recursos minerais, todos alvo de explorações por grandes empresas. Daí, denota-se que os impactos ambientais devem ser considerados de forma relevante.

Como foi demonstrado, existem formas de produção sustentável que garantem produtividade sem comprometer o ambiente ou a saúde humana. Pela pesquisa foram identificados os principais impactos ambientais, sociais e econômicos causados pelas usinas implantadas na região Noroeste de Minas Gerais. Levando-se em consideração esses aspectos, é salutar a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para que se tenha uma produção mais limpa e eficiente. Ressaltando ainda a percepção, durante as entrevistas que, como funcionários das usinas, os respondentes deram enfoque nas melhores ações adotadas pelas empresas, procurando demonstrar uma imagem positiva na questão ambiental.

Partindo dessa premissa será apresentado às usinas participantes da pesquisa, de forma individual o que pode ser melhorado em suas atividades a partir deste estudo.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; SOARES, L. V.; MEGDA C. R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., Campo Grande, MS, 2005. **Anais...** Campo Grande: ABES, 2005, cd, I-020, 15 p.

ADESNOR. Agência de desenvolvimento Sustentável do Noroeste de Minas. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/>>. Acesso em 10 jun 2018.

AGRIC. Produção de Cana-de-açúcar. 2018. Disponível em: <http://www.agric.com.br/producoes/cultivo_da_cana.html>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

ALMEIDA, S. R.; SANTOS, V. M. L.; TORRES, G. P. Avaliação de impactos ambientais do processo de produção de etanol utilizando método derivado da Matriz de Leopold. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1443-1459, 2014.

ALVES, A. F.; ARAÚJO, W. E. L. Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais em uma Usina Sucroalcooleira em Rio Verde – Goiás. 2015. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/26696883-Avaliacao-dos-aspectos-e-impactos-ambientais-de-lava-jato-de-rio-verde-go-1.html>>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

ANDRADE, J. M.; DINIZ, K. M. Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: Subsídios para a Gestão. 2007. 131f. Especialização em Gerenciamento Ambiental. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP. Universidade de São Paulo. 2007.

ARAÚJO, G. T. S.; COTT, L. S. Metodologia de valoração de impactos ambientais aplicada ao cálculo do valor da compensação ambiental. 2011. 115f. Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. 2011.

ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R. AMÂNCIO, A. V.; CORREA, R. M. L.; GUERCIO, M. A. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do Rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**, v. 28, p. 975-982, 2005.

ASSIS, J. V.; RIBEIRO, M. S.; MIRANDA, C. S.; REZENDE, A. J. Contabilidade Ambiental e o Agronegócio: um estudo empírico entre as usinas de cana-de-açúcar. **Sociedade, Contabilidade e Gestão (UFRJ)**, v. 4, p. 88-103, 2009.

ASPLAN-MG. Assessoria de Planejamento, Estratégia e Modernização da Gestão. 2017. Disponível em: <<https://www.asplan.com.br/>>. Acesso em 15 jun. 2019.

BAASCH, S. S. N. Um sistema de suporte multicritério aplicado na gestão dos resíduos sólidos nos municípios catarinenses. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 1995.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental e empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BARROS, A. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BECHELLI, C. B. Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR. *In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS*, Porto Alegre. 2010. **Anais...** Porto Alegre. 2010.

BELMONTE, T. Pesquisas associam câncer ao uso intensivo de agrotóxicos nas lavouras. 2018. Disponível em: <<https://www.extraclasse.org.br/saude/2018/05/pesquisas-associam-cancer-ao-uso-intensivo-de-agrotoxicos-nas-lavouras/>>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

BENNETT, A. F.; SAUNDERS, D. A. Habitat fragmentation and landscape change. *In: SODHI, N. S.; EHRLICH, P. H (Eds). Conservation Biology for all*. Oxford University Press, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7.ed. São Paulo, Ícone, 2010. 355p.

BITAR, O. Y; ORTEGA, R. D. Gestão Ambiental. *In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Eds.). Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 32, p.499-508.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em 11 de julho de 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 11 de julho de 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 11 de julho de 2018.

BRASIL. Lei nº. 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei-11241-19.09.2002.html>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

BROCANELLI, J. Pesquisa da ESALQ aponta benefícios de adubação orgânica. 2016. Disponível em: <<http://www.jornaldocampus.usp.br/index.php/2016/08/pesquisa-da-esalq-aponta-beneficios-de-adubacao-organica/>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

CAMELINI, J. H. Regiões competitivas do etanol e vulnerabilidade territorial no Brasil: o caso emblemático da Quirinópolis, GO. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 1 ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, Porto Alegre. 2010. **Anais...** Porto Alegre. 2010.

CANTER, L. W. **Environmental Impact of Water Resources Projects**. Shelsea Lewis Pub., Estados Unidos, 1985.

CAVALCANTE, K. V. S. M. Avaliação acústica ambiental de habitats de passeriformes expostos a ruídos antrópicos em Minas Gerais e São Paulo. UFMG. Belo Horizonte. 2009.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2017. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-mg-cepea-em-2017-pib-do-agronegocio-mineiro-recua-quase-6.aspx>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Proposta para derivação de critérios para contaminantes ambientais da agricultura. São Paulo: Cetesb, 2010. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/2010-Proposta-Derivacao-Agricultura.pdf>>. Acesso em 5 jun. 2019.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, PIRACICABA. Palestras. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/POTAFOS, 2005.

CNPEM. Resíduo da colheita de cana, palha protege o solo e tem alto potencial gerador de bioenergia. 2017. Disponível em: <<http://cnpem.br/residuo-da-colheita-de-cana-palha-protege-o-solo-e-tem-alto-potencial-gerador-de-bioenergia-2/>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2002). A Produção Mais Limpa no Setor Sucroalcooleiro: Informações Gerais. São Paulo: CETESB

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 2, n. 2, 1992.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, UERJ, 2005. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.

COSTA, W. L. S.; BOCCHI, M. L. Aplicações do bagaço da cana-de-açúcar utilizadas na atualidade. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, v. 4, n. 1, 2011.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. DN – 12 (deliberação normativa) Copam. 1986. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=93> >. Acesso em 10 jun 2018.

[revogada] COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. DN – 74 (deliberação normativa). 2004 Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=141018> >. Acesso em 10 jun 2018.

CONAMA. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

CONAMA. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em 11 de julho de 2018.

CONAMA. Resolução nº 382. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. 2006. Disponível em:< <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em 23 abril 2019.

CONAMA. Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em 23 abril 2019.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V. & OLIVEIRA, F.C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais INTERCON, Rio de Janeiro, 2005.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CREMONEZ, F. E. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.

CUNHA, R. C. A. et al. Effects of irrigation with vinasse and dynamics of its constituents in the soil: I – physical and chemical aspects. **Water Science Technology**, v.19, n.8, p.155-165, 1981.

DANTAS, F. Entrevista com Tuko Nakahodo. Como é feito o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de uma usina? 2018. Disponível em: <<http://www.sifaeg.com.br/noticias/construcao-de-usinas/>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

DIAS, E. F.; BINOTTO, E.; SILVA, L. F. Licenciamentos ambientais e avaliações de impactos ambientais do setor sucroenergético: aspectos multidisciplinares. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 23-36, 2015.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011. 220 p.

DOMICIANO, F. Uso de resíduo de esgoto reduz custos de aplicação de fertilizantes em canaviais. 2016. Disponível em: <<http://www.aptaregional.agricultura.sp.gov.br/noticias/uso-de-residuo-de-esgoto-reduz-custos-de-aplicacao-de-fertilizantes-em-canaviais.html>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Editora UFPB, 1994. 360 p.

DRUMOND, G. M. et al. **Biodiversidade em minas gerais um atlas para sua conservação**. 2005. Disponível em: < <http://www.biodiversitas.org.br/atlas/>>. Acesso em 21 jun. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência Embrapa de Informação Tecnológica: árvore do conhecimento, cana de açúcar. 2016. Disponível em:<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/Abertura.html>>. Acesso em 03 jun. 2019

FAIRBAIRN, E. M. R. et al. Avaliação da substituição parcial de clínquer por cinza de bagaço de cana: redução de emissão de CO₂ e potencial de créditos de carbono. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 5, p. 229-251, 2012.

FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S.O.; GALON, L.; FRANCA, A.C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A.F.; TIRONI, S.P.; ROCHA, P.R.R. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.

FETAEMG. A atuação da Fetaemg na luta pela Titulação de Assentamento de Reforma Agrária é destaque durante encontros na região noroeste. 2011. Disponível em: <<http://www.fetaemg.org.br/site/index.php/all-category/geral/2472-a-atuacao-da-fetaemg-na-luta-pela-titulacao-de-assentamento-de-reforma-agraria-no-estado-e-destaque-em-encontros-no-noroeste-de-minas>>. Acesso em 05 jul. 2018.

FILOSO, S.; CARMO, J. B.; MARDEGAN, S. F.; LINS, S. R. M.; GOMES, T. F.; MARTINELLI, L. A. Reassessing the environmental impacts of sugarcane ethanol production in Brazil to help meet sustainability goals. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 52, p. 1847-1856, 2015

FRANCO, A. L. C.; BARTZ, M. L. C.; CHERUBIN, M. R.; BARETTA, D.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; WALL, D. H.; DAVIES, C. A.; CERRI, C. C. Loss of soil (macro) fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. **Science of the Total Environment**, v. 563-564, p. 160-168, 2016.

FINUCCI, M. Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-

graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

FIGUEIREDO, P. Breve História da Cana-de-Açúcar e do papel do Instituto agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. *In: DINARDOMIRANDA, L. L. et al. (Org.) Cana-de-açúcar, Campinas/SP: Instituto Agrônomo, 2008. p. 33.*

GALLARDO, A. L. C. F. Análise das práticas de gestão ambiental na construção da pista descendente da rodovia dos Imigrantes. 2004. 321f. Tese de Doutorado (Engenharia Mineral). Escola Politécnica da USP. São Paulo 2004.

GALLARDO, A. L. C. F.; BOND, A. Capturing the implications of land use change in Brazil through environmental assessment: Time for a strategic approach? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 3, p. 261–270, 2010.

GILPIN, A. **Environmental Impact Assessment (EIA)**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 1-73; 169-179.

GOODE, W. J.; HATT, P. K. **Métodos em pesquisa social**. São Paulo, Nacional, 1969.

GONZÁLEZ, L. C.; DE MELLO PRADO, R.; HERNÁNDEZ, A. R.; CAIONE, G.; SELVA, E. P. Uso de torta de filtro enriquecida com fosfato natural e biofertilizantes em Latossolo Vermelho distrófico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 135-141. 2014.

GOULART, Á. M. Paracatu e todo Noroeste são destaques na produção da cana-de-açúcar. 2012. Disponível em: <<http://www.paracatunoar.com/2012/11/paracatu-e-todo-noroeste-sao-destaques-na-producao-da-cana-de-acucar/>>. Acesso em 05 de jan. 2019.

Grigori, Pedro. Agrotóxico, veneno, defensivo? Entenda a disputa pelo nome desses produtos agrícolas. 2019. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2019/01/agrotoxico-veneno-defensivo-entenda-a-disputa-pelo-nome-desses-produtos-agricolas/>>. Acesso em 05 de jan. 2019.

GUIMARÃES, P. L. F. Indústria Sucroalcooleira – Análise de Risco. Ambiental. 2011. 40f. Graduação em engenharia sanitária e ambiental. Universidade estadual da paraíba. 2011.

HARDJONO TE, KLEIN P. Introduction on the European corporate sustainability framework. **Journal of Business Ethics**, v. 55, n. 2, p. 99-113, 2004.

IAC. Instituto Agrônomo. Resíduos urbanos e agrícolas: energia, reciclagem de nutrientes e produção de fertilizantes. 2011. Disponível em: <http://www.agropolocampinasbrasil.org/eventos/2_workshop_bioeconomia.html>. Acesso em 05 jul. 2018.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis. Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos. 2014. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/relatorios-de-comercializacao-deagrotoxicos/tudo>>. Acesso em 13 jun. 2019.

IBAMA. Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal . Demandas e Propostas: Metodologias de avaliação de impacto ambiental – 37. Brasília: Ed. IBAMA, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal: recordes de produção de soja e milho impulsionam agricultura em 2015. 2015. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=3263&t=pesquisa-agricola-municipal-recordes-producao-soja-milho-impulsionam-agricultura-2015&view=noticia>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Caracterização da cidade de João Pinheiro. 2018. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/joaopinheiro.pdf>>. Acesso em 13 abr. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. 2014. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/ipp/brasil>>. Acesso em 22 mai. 2016.

JABBOUR, C. J. C. et al. Green product development and performance of Brazilian firms: measuring the role of human and technical aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, n. 1, p. 442-451, 2015.

KAERCHER, Jonas Alvaro et al. Optimization of biodiesel production for self-consumption: considering its environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p. 74-82, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LANGOWSKI, E. Queima da cana - uma prática usada e abusada. 2007. Disponível em: <<http://www.apromac.org.br/QUEIMA%20DA%20CANA.pdf>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

MACHADO, A. G. C.; SILVA, J. C. Estratégia empresarial e práticas ambientais: evidências no setor sucroalcooleiro. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 12, n. 37, p. 405-424, 2010

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MANZATTO, C. V. et al. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. Relação das unidades produtoras cadastradas no departamento da cana-de-açúcar e agroenergia. Brasília: MAPA. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrotóxicos registrados no AGROFIT. Informações sobre agrotóxicos fitossanitários registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) – AGROFIT. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/defesa-agropecuaria-agrotoxicos/agrotoxicos-registrados-no-agrofit>>. Acesso em 5 jun. 2019.

MATA, J. S.; FERREIRA, R. L. Agrotóxico No Brasil – Uso e Impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Pública. **Ecodebate**. 2013. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2013/08/02/agrotoxico-no-brasil-uso-e-impactos-ao-meio-ambiente-e-saude-publica-por-joao-siqueira-da-mata-e-rafael-lopes-ferreira/>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

MARTINS, R.; OLIVETTE, M.; NACHILUK, K. Sustentabilidade: novos desafios e oportunidades para a produção paulista de cana-de-açúcar. **Informações Econômicas**, v. 41, n. 2, p. 23-36, 2011.

MICHELLON, E.; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUEZ, J. R. A. Breve descrição do Proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, XLVI, 2008, Rio Branco. **Anais...** Brasília: SOBER, 2008. p. 1-16.

MME - Ministério de Minas e Energia. Setor sucroenergético no Brasil uma visão para 2030. 2016. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-CEISE_Setor+Sucroenerg%C3%A9tico+no+Brasil_Uma+Vis%C3%A3o+para+2030.pdf/80da9580-60c7-4f53-afaf-030ad01f3ebf;jsessionid=AC802B166C93389BED1AB445EAB7CD10.srv155>. Acesso em 23 de jun. 2018.

MONTEIRO, T. P. P.; FERREIRA, P. A. Gestão e meio ambiente: um estudo de caso em uma usina sucroalcooleira. In: 48º CONGRESSO DA SOBER - CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2010, Campo Grande – MS. **Anais...** Campo Grande – MS, 2010.

MORAES, C. D. M.; D'ÁQUINO, C. A. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. In: 5º SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE – SICT-Sul, 2016. **Anais ...** Santa Catarina, 2016.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985. 34 p.

MOREIRA, I. V. D. **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (FEEMA/RJ) e Petrobrás. 4 ed. 1992a.

MOREIRA, I.V. **Origem e Síntese dos Principais Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA)**. MAIA, 1ª Edição, abril, 1992b.

MORGAN, R. K. **Environmental Impact Assessment**. Dordbrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 307 p.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. In: VI SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. EGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL. Vitória-ES. **Anais...** Vitória – ES. 2002.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

MUNN, R. E. **What is environmental assessment?** Conecticut, Conservation of Natural Resources, 1979.

NBR ISO 14.001. Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. 2015. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=345116>>. Acesso em 02 de junho de 2018.

NEVES, M. C. P.; LIMA, I. T.; DOBEREINER, J. Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, n.2, p.131-136, 1983.

NEPAC. National Environmental Policy Act. 1969. Disponível em: <<https://www.fws.gov/r9esnepa/RelatedLegislativeAuthorities/nepa1969.PDF>>. Acesso em 02 de junho de 2018.

NOCELLI, R. C. F. et al. Histórico da cana-de-açúcar no Brasil: contribuições e importância econômica. In: FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. (Org.). **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**, Bauru, SP: Canal 6, 2017.

NOCELLI, R. Pesquisa investiga efeitos de agrotóxicos em abelhas. 2014. Disponível em: <http://www.saci.ufscar.br/servico_release?id=67530&pro=3>. Acesso em 02 de junho de 2018.

NOGUEIRA, M. A. F. S.; GARCIA, M. S. Gestão dos resíduos do setor industrial sucroenergético: estudo de caso de uma usina no município de Rio Brillhante, Mato Grosso do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 17, n. 17, p. 3275-3283, 2013.

NOVACANA. Vantagens da bioeletricidade do bagaço de cana para o Brasil. 2014. Disponível em: <<https://www.novacana.com/estudos/vantagens-da-bioeletricidade-do-bagaco-de-cana-para-o-brasil-120913>>. Acesso em 02 de junho de 2018.

NUSSIO, L. G., BALSALOBRE, M. A. A. Utilização de Resíduos Fibrosos da Industrialização da Cana-de-Açúcar na Alimentação de Bovinos. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.127,1993.

OMETTO, A. R.; MANGABEIRA, J. A. C.; HOTT, M. C. Mapeamento de potenciais impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar no Brasil. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação de Especialistas Latino-americanos em Sensoriamento Remoto, 2005. p. 2297-2299.

OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. de. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **Pretexto**, v. 10, n. 4, p. 79-98, 2009.

OLIVEIRA, R. F. PROALCOOL: Fonte alternativa de energia. 2004. Dissertação em Economia, Universidade Católica de Recife, Recife, 2004.

OLIVEIRA, H. N. de. Benefícios do controle biológico no cultivo de cana no Brasil. 2018. Disponível em: <<https://digital.agrishow.com.br/beneficios-do-controle-biologico-no-cultivo-de-cana-no-brasil/>>. Acesso em 02 de junho de 2018.

PADUA, J. B. et al. Análise da gestão ambiental em uma usina do setor sucroenergético no município de Dourados-MS. 6º ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE (ECAECO), de 02 a 04 de setembro de 2013, Ponta Porã. **Anais...** Ponta Porã. 2013.

PAIVA, P.R. **Contabilidade Ambiental**: Evidenciação dos gastos ambientais com transparência e focada na prevenção. São Paulo: Atlas, 2003.

PEREIRA, J. A. A.; BORÉM, R. A. T. **Análise e avaliação de impactos ambientais**. Lavras, MG: UFLA, 2007. 145 p.

PIACENTE, F. J. Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Dissertação (Mestrado) - IC-UNICAMP. Campinas: UNICAMP, 2005.

PFITSCHER, E. D. Gestão e sustentabilidade através da contabilidade e controladoria ambiental: estudo de caso na cadeia produtiva de arroz ecológico. 2004. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 3281-3293, 2017.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: Aplicações e seus limites. **Revista de Administração Pública**, v. 26, n. 1, p. 56-68, 1992.

PUGLIESE, L.; LOURENCETTI, C.; RIBEIRO, M. L. Impactos ambientais na produção do etanol brasileiro: uma breve discussão do campo à indústria. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 20, n. 1, p. 142-165, 2017.

RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2005.

RAMALHO, J. F.; AMARAL, N. M. Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Revista Floresta Ambiente**, v. 8, n.1, 2001.

RAUPP, F.; SELIG, P. M.; SIERRA, E. J. S. Determinação de indicadores de desempenho ambiental para as indústrias sucroalcooleiras. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 1, 2015.

REBELATO, M. G.; MADALENO, L. L.; RODRIGUES, A. M. Ponderação do impacto ambiental dos resíduos e subprodutos da produção industrial sucroenergética. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 2, 2013.

REBELATO, M. G.; MADALENO, L. L.; RODRIGUES, A. M. Análise do desempenho ambiental das usinas sucroenergéticas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi - Guaçu. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, 2016.

REIS, J. G. M. et al. Desenvolvimento do setor sucroenergético no estado de Mato Grosso do Sul: impactos e benefícios da geração de energia a partir da produção de cana-de-açúcar. In: 4

TH INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, São Paulo, Brazil, May 22 to 2013, v. 24, 2013. **Anais...**São Paulo, Brazil, May 22nd to 24th, 2013

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation, Boston**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. Queimadas de cana-de-açúcar: Avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 255-271, 2010.

RIDESIA, R. I. P. O. D. S. **Aspectos ambientais da aplicação de vinhaça no solo**. São Paulo: UFSCar, 1994. 67p.

RISSATO, S. R. et al. Método multirresíduo para monitoramento de contaminação ambiental de pesticidas na região de Bauru (SP) usando mel como bio-indicador. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 5, p. 950-955, 2006.

RIVERA FERNÁNDEZ, G. M. Volume de informação em estudos de impacto ambiental: caracterização e implicações. 2018. 223 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018

ROCHA, J. C. **A Reinvenção Solidária e Participativa da Universidade**: Um Estudo sobre Redes de Extensão Universitária. EDUNEB: Salvador, 2008.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra, 2006. 37p.

RODRIGUES, A. M. et al. Gestão ambiental no setor sucroenergético: Uma análise comparativa. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 4, p. 1481-1510, 2014.

RODRIGUES, L. D. A cana de açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: Impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação. 2010. Especialização em análise ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.

RODRIGUES, N.; GARCEZ, B. Estudo mostra como usinas de cana podem reduzir consumo de água. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2482285/estudo-mostra-como-usinas-de-cana-podem-reduzir-consumo-de-agua>>. Acesso em 13 abr. 2018.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas**: fundamentos, princípios e introdução a metodologia. Jaguariúna: Embrapa, 1998. 66 p.

ROHRICH, S. S.; CUNHA, J. C. A Proposição de uma taxonomia para análise da gestão ambiental no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 8, n. 4, p. 81-97, 2004.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SÁNCHEZ, L. E. **Development of environmental impact assessment in Brazil**. UVP Report, 27, p. 193-200, 2013.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental Conceitos e Métodos**. Ed. Oficina dos textos. 2014.

SANTOS, H. J. **Evolução da Avaliação de Impacto Ambiental para Empreendimentos Rodoviários: Uma Análise Descritiva e Aplicada**. Passa Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2010.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Plantio da cana-de-açúcar**. Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

SANTOS, R. J.; OLIVEIRA P. M. **Revista Caminhos de Geografia**, 2018. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia>>. Acesso em 20 jun. 2016.

SCHIESARI L, GRILLITSCH B. **Pesticides meet megadiversity in the expansion of biofuel crops**. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 9, p. 215- 221, 2011.

SCHMIDT FILHO, E. et al. **Redução dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro com a utilização da torta de filtro na adubação do solo**. **Revista Uningá Review**, v. 27, n. 3, p.05-09, 2016.

SEDE - Secretaria de Desenvolvimento Econômico. 2012. Disponível em: <<http://www.tecnologia.mg.gov.br/>>. Acesso em 10 jun 2018.

SIAMIG - Associação das Industrias Sucroenergéticas de Minas Gerais. **Perfil da Produção**. 2018. Disponível em: <<http://www.siamig.com.br/uploads/657507fb6ef67bc3c7f9299fb9f60dd8.pdf>>. Acesso em 29 de junho de 2019.

SIAMIG - Associação das Industrias Sucroenergéticas de Minas Gerais. **COLETIVA DE SAFRA 2017/2018**. 2017. Disponível em: <<http://www.siamig.com.br/uploads/de0d2561162fd22cd5295fc46d3b65cf.pdf>>. Acesso em 29 de junho de 2019.

SIAMIG- Associação das Industrias Sucroenergéticas de Minas Gerais. **Etanol em Minas Gerais**. 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/15833627-Etanol-em-minas-gerais.html>>. Acesso em 29 de junho de 2019.

SILVA, E. **Técnicas de avaliação de impactos ambientais**. Viçosa, CPT, 1999. 64 p.

SILVA, A. M. P. et al. **Benefícios da fertirrigação com vinhaça na melhoria do solo e à produtividade da cana-de-açúcar**. **Cadernos de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2010.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 108–114, 2007.

SILVA, F. O.; FERREIRA, W. R. Logística urbana e planejamento territorial: uma abordagem política. **Revista Geográfica De América Central**, v. 1, n. 56, p. 39-55, 2008.

SOUZA, T. M. Meio Ambiente e participação no setor elétrico brasileiro. In: IV ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, São Paulo, 1997. **Anais...**São Paulo, 1997.

SOUZA, M. A. A dinâmica territorial do agronegócio canavieiro e o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: notas para um debate. **Campo - Território**, v. 5, p. 148-167, 2010.

SOUZA, I. C. de. Qual é o tamanho ótimo? **Revista STAB**, Piracicaba, v. 18, n. 5, p. 12, 2000.

SOUZA, A. G. A territorialização do agronegócio canavieiro em Frutal - MG. 2012. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) – Instituto de Geografia, UFU, Uberlândia, 2012.

STAMM, H. R. Método para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em projetos de grande porte: Estudo de caso de uma usina termelétrica. 2003. Tese de Doutorado (Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

SUREHMA/GTZ. Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA). Secretaria Especial do Meio Ambiente, Curitiba: 1992. 281 p.

TATONI, W. M.; ROCHMAN, R. R. Viabilidade da cogeração. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, p. 21, set. 2012. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/24520/23288>>. Acesso em de 23 jun. 2019.

THOMAZ, A. G. B. Construção de uma estrutura metodológica para Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) de indústrias sucroenergéticas: um estudo multicase. 2017. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. 2017.

TOMASSI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: CETESB, 1993, 354 p.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Review of Environmental Impact Assessment and Environmental Management Techniques. 2000, 6p.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. Setor Sucroenergético. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/>, 2015>. Acesso em 10 jun 2018.

VASCONCELOS, P. E. A. Responsabilidade jurídico-ambiental das usinas sucroenergéticas e a recuperação de áreas degradadas. 2017. 69f. Dissertação em Agronegócios, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

VENDRUSCOLO, E. P.; LEAL, A. J. F.; ALVES, M. C.; SOUZA, E. J.; FILHO, S. N. S. Atributos químicos de solo degradado em função da adoção de biochar, culturas de cobertura

e residual da aplicação de lodo de esgoto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 3, p. 235-242, 2017.

VERDUM, R.; BASSO, L. A. Avaliação de impacto ambiental: EIA/RIMA como instrumentos técnicos e de gestão ambiental. In: VERDUM, R.; MEDEIROS, R.M.V. (Org.) **Relatório de impacto ambiental**: legislação, elaboração e resultados. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2006.

WARWIC, M.; ROCHA, M. **O Agronegócio da cana e as Mudanças do Clima** - Algumas Implicações da Convenção do Clima sobre o Setor Sucroalcooleiro. UDOP, 2006.

ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. **Preservação do pequeno agricultor e o meio ambiente**. Petrópolis: Vozes, 2001.